

UNIVERZITA KARLOVA

Fakulta tělesné výchovy a sportu

**Vybrané kondiční předpoklady a golfové dovednosti ve vztahu k
výkonnosti u elitních hráčů golfu juniorského věku**

Dizertační práce

Vedoucí dizertační práce:

Prof. Ing. František Zahálka, Ph.D.

Vypracoval:

Mgr. Matěj Brožka

Konzultant dizertační práce:

PhDr. Tomáš Gryc, Ph.D.

PRAHA, 2023

Prohlašuji, že jsem dizertační práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, dne

.....

Matěj Brožka

.....

Evidenční list

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

Jméno a příjmení:

Fakulta / katedra:

Datum vypůjčení:

Podpis:

Poděkování

V první řadě bych rád poděkoval svému školiteli Prof. Ing. Františkovi Zahálkovi, Ph.D. a svému konzultantovi PhDr. Tomášovi Grycovi, Ph.D. za odborné vedení v průběhu celého studia. Poděkování patří také Mgr. Martinovi Komarcovi, Ph.D. za odborné rady z oblasti statistického zpracování. Poděkování také míří k Dr. Howiemu Carsonovi (University of Edinburgh) a Pablu Floriovi (Universidad Pablo de Olavide) za všechny cenné rady, které jsem obdržel na zahraniční stáži. Dále bych rád poděkoval všem studentům specializace Golf a celému kolektivu Laboratoře sportovní motoriky, Fakulty tělesné výchovy a sportu, Univerzity Karlovy za pomoc při sběru dat. Poděkování patří také hráčům a trenérům spolupracujících golfových akademií za možnost realizace mnoha dílčích projektů. Také děkuji České Golfové Federaci za spolupráci a poskytnutí hráčských dat. V neposlední řadě děkuji své rodině a blízkým za podporu v celém průběhu studia.

Abstrakt

Název: Vybrané kondiční předpoklady a golfové dovednosti ve vztahu k výkonnosti u elitních hráčů golfu juniorského věku

Cíle: Cílem práce bylo objektivizovat úroveň golfových dovedností a kondičních předpokladů a identifikovat vzájemné vztahy mezi jednotlivými determinanty výkonu v průběhu víceletého vývoje elitních juniorských hráčů golfu. Dílčími cíli práce bylo vytvořit validní a reliabilní testovou baterii golfových dovedností, objektivizovat úroveň kondičních předpokladů ve vztahu k produkci energie v průběhu golfového švihů, objektivizovat úroveň jednotlivých golfových dovedností ve vztahu k výkonu na hřišti a identifikovat klíčové determinanty výkonu v průběhu víceletého vývoje elitních juniorských hráčů golfu.

Metody: Práce se skládá z jedné standardizační studie a ze dvou longitudinálně-observačních studií, kterých se celkem zúčastnilo 30 elitních hráčů golfu juniorského věku (13 – 18 let). Víceleté testování probíhalo v laboratorních a terénních podmínkách. Obsahem terénního testování bylo měření úrovně jednotlivých golfových dovedností pomocí vytvořené testové baterie. Obsahem laboratorního testování bylo měření antropometrických parametrů, parametrů tělesného složení a kondičních schopností, přesněji svalové síly extenzorů a flexorů kolene a explozivní svalové síly při vertikálních výskocích.

Výsledky: Vytvořená testová baterie golfových dovedností vykazovala střední až dobrou reliabilitu (ICC: 0,506 – 0,894) a dobrou až vynikající faktorovou validitu jednotlivých golfových testů. Juniorský hráči golfu se zlepšovali v kondičních schopnostech i tělesném složení, ale z pohledu golfových dovedností se významně zlepšili pouze ve vzdálenosti odpalů a přesnosti dlouhých přihrávacích ran ($p < 0,05$). Významný vztah byl nalezen mezi zvýšením rychlosti hlavy hole a zvýšením tělesné výšky ($r = 0,56$), zvýšením maximálního výkonu při vertikálním výskoku bez pomoci paží ($r = 0,55$) a z podřepu ($r = 0,52$). Vztah blízký se významnosti byl nalezen mezi zvýšením rychlosti hlavy hole a zvýšením bez-tukové hmoty ($r = 0,42$; $p = 0,06$) a zvýšením maximálního točivého momentu extenzorů kolene při úhlové rychlosti $60^\circ \cdot s^{-1}$ ($r = 0,44$; $p = 0,07$). Z pohledu golfových dovedností byl nalezen významný vztah mezi zvýšením golfové herní výkonnosti a zvýšením přesnosti dlouhých přihrávacích ran ($r = 0,48 - 0,88$), zvýšením přesnosti krátkých přihrávacích ran ($r = 0,57 - 0,71$), zvýšením přesnosti odpalů ($r = 0,51 - 0,63$) a zvýšením vzdálenosti odpalů ($r = 0,56$).

Závěr: V rámci studie byla vytvořena celostní validní a reliabilní testová baterie golfových dovedností, díky ní je možné izolovat a hodnotit úroveň jednotlivých dovedností v golfu. To

nám umožnilo identifikovat klíčové dovednosti v golfu a relevantnost jednotlivých dovedností ve vztahu s herní výkonností. Na základě zjištěných výsledků můžeme konstatovat, že přesnost dlouhých přihrávacích ran (105 – 165 m) je ve vztahu k výkonnosti nejdůležitější dovedností u juniorských hráčů golfu, následovanou přesností krátkých přihrávacích ran (55 – 95 m), vzdáleností a přesností odpalů driverem, a krátkou hrou z bankru. U krátké hry z ferveje (< 30 m) a u patování nebyl zjištěn významný vztah s výkonností. Z této studie vyplývá, že nejdůležitějšími kondičními předpoklady pro dosažení maximální rychlosti hlavy hole jsou z pohledu antropometrických parametrů tělesná výška, z pohledu tělesného složení bez-tuková hmota a z pohledu kondičních schopností explozivní síla dolních končetin u vertikálního výskoku a maximální síla extenzorů kolene. Tato studie upozorňuje na důležitost dlouhodobého sledování a analýzy výkonnostních determinantů v golfu pomocí herních statistik, vybraných kondičních testů a pomocí testové baterie golfových dovedností vytvořené jako součást této práce.

Klíčová slova: analýza výkonnosti, golfové dovednosti, rychlost hlavy hole, síla dolních končetin, tělesné složení

Abstract

Title: Selected physical abilities and golf skills in relation to the performance in elite junior golf players

Objectives: The aim of the study was to objectify the level of golf skills and physical abilities and to identify the inter-relationships between the individual determinants of performance during the long-term development of elite junior golf players. The sub-objectives of the thesis were to: develop a valid and reliable golf skills test battery; objectify the level of physical abilities in relation to energy generation during the golf swing; objectify the level of individual golf skills in relation to game performance; and identify key determinants of performance over the long-term development of elite junior golf players.

Methods: The thesis consists of one standardization study and two longitudinal-survey studies involving a total of 30 elite junior golfers (13-18 years old). Perennial year testing was conducted in laboratory and field conditions. Participants were measured in the level of individual golf skills using a developed golf skills test battery and also underwent measurements of anthropometric parameters, body composition parameters and physical abilities, more specifically muscle strength of the extensors and flexors of the knee and explosive muscle strength during vertical jumps.

Results: The developed golf skills test battery showed moderate to good reliability (ICC: 0,506 – 0,894) and good to excellent factorial validity for the individual golf tests. The junior golfers improved in physical abilities and body composition, but in terms of golf skills, they significantly improved only in drives distance and long approach shot accuracy ($p < 0,05$). A significant relationship was found between acceleration of club head speed and increase in body height ($r = 0,56$), increase in peak power of countermovement jump ($r = 0,55$) and squat jump ($r = 0,52$). A relationship approaching significance was found between acceleration of club head speed and increase in fat-free mass ($r = 0,42$; $p = 0,06$) and increase in peak torque of knee extensors at an angular velocity of $60^{\circ} \cdot s^{-1}$ ($r = 0,44$; $p = 0,07$). In terms of golf skills, a significant relationship was found between an increase in game performance and an increase in long approach shot accuracy ($r = 0,48 - 0,88$), an increase in short approach shot accuracy ($r = 0,57 - 0,71$), an increase in drives accuracy ($r = 0,51 - 0,63$) and an increase in drives distance ($r = 0,56$).

Conclusion: The study developed a holistic valid and reliable golf skills test battery, allowing the isolation and assessment of individual golf skill levels. This enabled us to identify key skills

in golf and the relevance of each skill to the game performance. Based on the results, we can conclude that accuracy of long approach shots (105 - 165 m) is the most important skill in junior golfers in relation to performance, followed by accuracy of short approach shots (55 - 95 m), drive distance and accuracy, and short game from the bunker. There was no significant relationship with performance for short game from the fairway (< 30 m) and for putting. The present study suggests that the most important abilities for achieving maximum club head speed are body height in terms of anthropometric parameters, fat free mass in terms of body composition, and explosive lower limb strength in the vertical jump and maximal strength of knee extensors in terms of physical abilities. This study highlights the importance of long-term observation and analysis of performance determinants in golf using game statistics, selected physical tests, and the golf skills test battery developed as part of this thesis.

Keywords: performance analysis, golf skills, club head speed, lower limb strength, body composition

OBSAH

1. KAPITOLA – ÚVOD	13
2. KAPITOLA – TEORETICKÁ VÝCHODISKA	16
2.1. Charakteristika golfu	16
2.2. Výkon v golfu.....	18
2.2.1. Hodnocení výkonu v golfu.....	20
2.2.2. Hodnocení výkonu v golfových dovednostech	22
2.2.2.1. Patování.....	23
2.2.2.2. Krátká hra.....	24
2.2.2.3. Dlouhá hra.....	27
2.2.3. Hodnocení výkonu pomocí herních statistik	28
2.3. Struktura sportovního výkonu v golfu	32
2.3.1. Somatické a antropometrické faktory	33
2.3.2. Kondiční faktory	34
2.3.2.1. Silové schopnosti	35
2.3.2.2. Rychlostní schopnosti	40
2.3.2.3. Vytrvalostní schopnosti	41
2.3.2.4. Koordinační schopnosti	42
2.3.2.5. Pohyblivostní schopnosti	42
2.3.3. Technické faktory.....	43
2.3.3.1. Biomechanika pohybu golfové hole a letu míče.....	43
2.3.3.2. Biomechanika pohybu hráče.....	46
2.3.4. Taktické faktory	49
2.3.5. Psychologické faktory	50
2.4. Diagnostika výkonu v golfu	51
2.4.1. Diagnostika golfových dovedností.....	52
2.4.2. Diagnostika kondičních schopností.....	53

2.4.3.	Kinematická a kinetická analýza golfového švihů.....	53
2.5.	Souhrn teoretických východisek a definice vědeckého problému	55
3.	KAPITOLA – VÝZKUMNÁ ČÁST	57
3.1.	Metodologie	57
3.1.1.	Vědecký problém	57
3.1.2.	Výzkumné otázky.....	57
3.1.3.	Cíle práce.....	57
3.1.4.	Hypotézy práce.....	58
3.1.5.	Design studie	59
3.1.6.	Výzkumný soubor	60
3.1.7.	Výzkumné metody a přístrojové vybavení.....	61
3.1.7.1.	Výkonnostní data a hráčský dotazník	61
3.1.7.2.	Hodnocení kondičních předpokladů	61
3.1.7.3.	Hodnocení úrovně golfových dovedností	63
3.1.8.	Statistické zpracování dat.....	65
3.2.	Výsledky.....	67
3.2.1.	Standardizace testové baterie golfových dovedností (GSTB).....	67
3.2.2.	Longitudinální sledování kondičních předpokladů a jejich vztahu s rychlostí hlavy hole.....	70
3.2.3.	Longitudinální sledování golfových dovedností a jejich vztahu s ukazateli herní výkonnosti.....	74
3.3.	Diskuze.....	80
3.3.1.	Standardizace testové baterie golfových dovedností (GSTB).....	80
3.3.2.	Longitudinální sledování kondičních předpokladů a jejich vztahu s rychlostí hlavy hole.....	81
3.3.3.	Longitudinální sledování golfových dovedností a jejich vztahu s ukazateli herní výkonnosti.....	85
3.3.4.	Souhrnná diskuze	91

3.4. Závěr.....	93
3.4.1. Teoretické dopady výzkumu	95
3.4.2. Praktické dopady výzkumu	96
3.4.3. Limity práce a doporučení pro další výzkum.....	96
REFERENCE	98
PŘÍLOHY	121
SEZNAM TABULEK, OBRÁZKŮ A PŘÍLOH	124
Seznam tabulek.....	124
Seznam obrázků.....	125
Seznam příloh	125

SEZNAM ZKRATEK

BH (body height) – tělesná výška	PP (peak power) – maximální výkon
BM (body mass) – tělesná hmotnost	PTE (peak torque of knee extensors) – maximální točivý silový moment extenzorů kolene
BMI – Body Mass Index	PTF (peak torque of knee flexors) – maximální točivý silový moment flexorů kolene
CMJ (countermovement jump) – výskok bez pomoci paží	R&R – Royal and Ancient Golf Club of St Andrews
ČGF – Česká Golfová Federace	RTC – regionální tréninkové centrum
DP World Tour – European Tour	SD (standard deviation) – směrodatná odchylka
EGA – European Golf Association	SQJ (squat jump) – výskok z podřepu
FFM (fat-free mass) – bez-tuková hmota	TCM – tréninkové centrum mládeže
FM (fat mass) – tuková hmota	TOP3 – tři nejlepší kola v daném roce
GPS – Global Positioning System	TOP3A – tři nejlepší kola v době testování
HCP – hendikep	TPI – Titleist Performance Institute
CHS (club head speed) – rychlosti hlavy hole	USGA – United States Golf Association
IMP – silový impuls	VO2max – maximální spotřeba kyslíku
JH (jump height) – výška výskoku	WAGR – The World Amateur Golf Ranking
LET – Ladies European Tour	YP (year performance) - roční výkonnost
LPGA – Ladies Prof. Golf Association tour	
MMT – maximální svalová kontrakce	
PGA C – Profesionální golfová asociace hráčů a učitelů golfu v ČR	
PGA Tour – Prof. Golf Association tour	

1. KAPITOLA – ÚVOD

Po obrovském rozmachu golfu v České republice na konci 20. století a začátku 21. století z hlediska nárůstu registrovaných hráčů, vzniku golfových hřišť a klubů zažívá golf od roku 2015 stabilní období s mírným poklesem (Česká Golfová Federace, 2022), ačkoliv globálně popularita golfu vzrostla z 61 na 66,2 miliónů golfistů. Golf patří mezi olympijské sporty, kam byl opětovně zařazen po 112 letech na letních olympijských hrách 2016 v Rio de Janeiro. Popularita golfu se překvapivě zvýšila také v období, kdy svět otřásla pandemie COVID-19, což svědčí o obrovské oblibě golfu zejména po období, kdy byli lidé dlouhou dobu izolováni ve svých domovech (National Golf Foundation, 2022). Populární je i věda v golfové oblasti, například v databázi Web of Science je pod klíčovým slovem „*golf*“ 2 595 originálních článků za posledních 10 let (2013 – 2022), z čehož je 457 originálních článků v kategorii „*Sport Sciences*“. Ačkoliv jsou originální články publikované v těch nejvyšší impaktovaných časopisech, golfová témata jsou také publikovaná ve vlastním vědeckém časopisu „*International Journal of Golf Science*“. Každé dva roky se koná vědecký kongres o golfu „*World Scientific Congress of Golf*“, kde výzkumníci prezentují nejnovější poznatky jak z praxe, tak z vědy (IJGS, 2022). Nejdůležitějším trendem posledních let je však nárůst mládežnických golfistů. Mezi roky 2019 a 2021 Česká Golfová Federace ukazuje nárůst mládežnických hráčů do 18 let o 10 % a Evropská Golfová Asociace nárůst o 14 % v Evropě (European Golf Association & Royal and Ancient Golf Club of St Andrews, 2021). Výkonnostní úroveň elitních mládežnických hráčů významně vzrůstá, a ačkoliv je většina amatérskými hráči, často jejich tréninkový režim připomíná profesionální hráče. Vidina získání sportovního stipendia na prestižních amerických univerzitách, hraní golfu se světovou mládežnickou špičkou nebo golf jako povolání jsou motivací nejednoho z nich. K dosažení těchto cílů je zapotřebí maximalizovat hráčský potenciál a opakovat excelentní výkon v dlouhodobém horizontu.

Sportovní výkon v golfu je multifaktorový a je dán přesností a úspěšností patování, přesností krátké hry, přesností přihrávacích ran a přesností a délkou odpalů, které tvoří základ pro dlouhodobé dosahování vysoké výkonnosti. Pro dosažení vysoké výkonnosti byl v minulosti upřednostňován technický a taktický faktor. Tento přístup je dodnes preferován v rekreačním golfu, zatímco v tom elitním nabývá na své důležitosti především kondiční faktor. Profesionální hráči golfu odpalují golfové míče rok od roku dál a dál, zejména díky vyšší a propracovanější fyzické přípravě. Hráči i trenéři si začali uvědomovat důležitost síly, acyklické

rychlosti, koordinace i pohyblivosti k vylepšení švihové mechaniky, prevenci zranění a tím i zvýšení herní výkonnosti. Úroveň kondičních schopností ovlivňuje rychlost hlavy hole, jakožto ukazatel produkce energie při golfovém švihu. Vyšší rychlost hlavy hole pak zapříčiní vyšší vzdálenost letu míče. Podle nenovějších studií, je právě dovednost odpálit míč co nejdál tou nejdůležitější dovedností v golfu, ačkoliv některé studie poukazují i na důležitost ostatních dovedností jako je patování, přihrávací rány nebo přesnost odpalů. Elitní hráči golfu jsou soutěžně velice vytížení a tak nezbyvá dostatek prostoru v tréninkovém procesu pro všechny golfové dovednosti. Je tedy zapotřebí zefektivnění celého tréninkového procesu ke zvýšení herní výkonnosti. To zahrnuje objektivizaci herního výkonu, identifikaci silných a slabých stránek hráčova výkonu, individualizaci tréninkového procesu, posouzení efektivity tréninkové intervence a následnou zpětnou vazbu hráči i trenérovi. Výzkum v této oblasti přispívá k hlubšímu pochopení determinantů elitní výkonnosti a také k přímému ovlivnění trenérské a hráčské praxe.

Výzkumem ve zmíněné oblasti už se zabývalo pracoviště Laboratoře Sportovní Motoriky, Fakulty tělesné výchovy a sportu, Univerzity Karlovy, na který tato práce navazuje. To se dlouhodobě zabývá analýzou výkonnosti elitních sportovců z pohledu tělesného složení (Mala a kol., 2010; Mala a kol., 2015), silových schopností (Bujnovsky a kol., 2019; Mala a kol., 2015; Maly a kol., 2013; Zahalka a kol., 2016; Zahalka a kol., 2013), rychlostních schopností (Dragijsky a kol., 2017; Maly a kol., 2014), vytrvalostních schopností (Hrasky a kol., 2016), či analýzou technických dovedností pomocí kinematické analýzy (Gryc a kol., 2017; Zahalka a kol., 2011; Zahalka a kol., 2017). Hlavním výzkumným cílem je nalezení determinantů výkonnosti (Hank a kol., 2016; Kunzmann a kol., 2022; Maly a kol., 2022) a prediktorů ke zranění (Gryc, Zahalka, Maly, Mala, a kol., 2013; Izovska a kol., 2022; Kalata a kol., 2020; Maly a kol., 2018; Marencakova a kol., 2018; Miratsky a kol., 2021; Zahalka a kol., 2012). Laboratoř Sportovní Motoriky se také zabývala výzkumem v oblasti golfu. Především se jednalo o kinematickou analýzu plného golfového švihu (Gryc, Zahalka, a kol., 2013; Gryc, Zahalka, Maly, & Hrasky, 2013; Gryc a kol., 2015) a patovacího úderu (Gryc a kol., 2017). Řešeny byly vědecké otázky zabývající se technickou rozdílností mezi zdravými a hendikepovanými golfisty (Gryc a kol., 2017), mezi věkovými skupinami (Gryc, Zahalka, Maly, & Hrasky, 2013), či mezi pohlavími (Gryc a kol., 2020; Gryc, Zahalka, a kol., 2023). Širším cílem těchto vědeckých studií bylo nalézt vztah mezi výkonností golfového švihu a úrovní či variabilitou biomechanických parametrů. Tato dizertační práce také navazuje na bakalářskou (Brožka, 2016) a diplomovou práci (Brožka, 2018), které jsem vypracoval

v průběhu pregraduálního studia na pracovišti Laboratoře Sportovní Motoriky pod vedením PhDr. Tomáše Gryce, Ph.D. Bakalářská práce s názvem „Vliv měnících se podmínek na výsledek patovacího úderu“ měla za cíl určit, zda je výsledek patovacího úderu ovlivňován délkou patu a sklonem jamkoviště a nelézt vztah mezi výkonností hráčů ve hře a výkonností v patování. Výsledky této práce byly následně úspěšně publikovány v prestižním zahraničním vědeckém časopise (Gryc a kol., 2021). V diplomové práci s názvem „Ovlivňování úspěšnosti a přesnosti patovacího úderu pomocí drilových cvičení“ jsme navazovali na výše uvedenou průřezovou studii intervenční studií, která zjišťovala vliv specifických tréninkových podmínek (drilů z krátké a dlouhé vzdálenosti) na úspěšnost a přesnost patování u amatérských hráčů golfu. Po mém nástupu na postgraduální studium jsme se zabývali nejen analýzou patovacího úderu, ale i dalších golfových dovedností jako je krátká hra (Brožka a kol., 2021) nebo plný švih (Brožka a kol., 2022; Brožka, Kotrba, a kol., 2023, v recenzním řízení). Uvedené výzkumné studie a teoretická východiska v oblasti analýzy výkonnosti v golfu i naše trenérské zkušenosti v oblasti praxe nás společně s mým konzultantem PhDr. Tomášem Grycem, Ph.D. a vedoucím Prof. Ing. Františkem Zahálkou, Ph.D. vedli k vytvoření této dizertační studie.

2. KAPITOLA – TEORETICKÁ VÝCHODISKA

2.1. Charakteristika golfu

Golf je individuální sportovní hra, ve které je cílem dostat míček pomocí speciálních holí do jamky na co nejmenší počet úderů podle stanovených pravidel. Pravidla stanovuje *United States Golf Association* společně s *Royal and Ancient Golf Club of St Andrews* (*Royal and Ancient Golf Club of St Andrews, 2022*). Golf se hraje na *golfovém hřišti*, na kterém se nachází *odpaliště* (středně sečená oblast ze které hráč začíná jamku), *jamkoviště* (nízce sečená oblast na které se nachází jamka a hráč zde jamku ukončuje), *fervej* (středně sečená oblast, která vede od odpaliště k jamkovišti), *raf* (vysoce sečená nebo nesečená oblast, která lemuje fervej) a *překážky* (pískové a vodní), které hráči ztěžují hru (*Lipoňski & Unesco, 2003*). Jedno soutěžní kolo golfu se většinou hraje na 18 jamek, kdy na profesionálních turnajích se hrají 4 kola, na elitních juniorských turnajích 3 kola a na rekreačních turnajích pouze jedno kolo. Každá jamka má svůj *par*, což je teoretický počet ran, na který by měl hráč jamku zahrát. Par je závislý především na délce a obtížnosti jamky, ale také na převýšení nebo převažujícím směru větru. Nejkratšími jamkami jsou 3-parové, jejichž délka je do 240 m, poté 4-pary (220 – 450 m) a nejdelšími jamkami jsou 5-pary (410–650 m). Prezentované vzdálenosti jsou však orientační, protože délka jamky je také závislá na 1. pohlaví (ženy hrají z bližších odpališť než muži a tak mají jamky kratší); 2. úrovni (profesionální muži a ženy hrají z jiných odpališť než rekreační golfisté); 3. věku (děti hrají z dětských odpališť). Podle skladby parových jamek je celkový par hřiště mezi 69 a 74 a vzdálenost od 5 do 8 km (*Royal and Ancient Golf Club of St Andrews & United States Golf Association, 2023*). Amatérští golfisté dosahují podobných relativních výsledků na všech typech parových jamek. Zajímavostí však je, že ačkoliv profesionální golfisté dosahují podobných relativních výsledků k paru na 3-parových (3,08) a 4-parových (4,06) jamkách na 5-parových jsou jejich relativní výsledky mnohem lepší (4,68) a tak je tento typ jamek ideální pro zlepšení výsledků (*James, 2007*). Tyto výsledky prokazují i nejnovější data od profesionálních golfistů v sezoně 2021 – 2022, kteří dosáhli následujících průměrných ran na parových jamkách: 3-pary: $3,05 \pm 0,04$; 4-pary: $4,03 \pm 0,04$; 5-pary: $4,63 \pm 0,07$) (*PGA Tour, 2023a*).

Jak bylo výše uvedeno, hráč používá k odpalování speciální hole. Ty se skládají z *gripu* (rukojetě), *shaftu* (násady) a *hlavy hole*. Hlava hole má na své přední straně (úderové ploše, tzv.

lic hole) drážky, které umožňují rotaci míče (*spin*). Hráč může podle pravidel využívat až 14 holí při hře. Jednotlivé hole se od sebe liší 1. délkou, hmotností, pružností a materiálem shaftu; 2. typem, velikostí a vertikálním úhlem úderové plochy hlavy hole (*loftem*). Nastavení jednotlivých specifikací je individuální podle preferencí, pohlaví, výkonnostní úrovně a antropometrických předpokladů hráče (Cochran & Stobbs, 1968). Například, vyšší hráč bude potřebovat hole s delším shaftem a pravděpodobně i větším gripem; ženy a děti, které díky svým kondičním předpokladům švihají holí pomaleji než muži, budou potřebovat shaft z grafitu, který je lehčí a ohebnější (Karlsen & Nilsson, 2008b; MacKenzie, 2012; McNally a kol., 2019; Stanbridge a kol., 2004; Stefanyshyn & Wannop, 2015; Worobets & Stefanyshyn, 2012). Obecně lze však říct, že hráč má více holí proto, aby s každou dokázal zahrát jinou vzdálenost. Golfové hole můžeme rozdělit do čtyř kategorií, které se markantně liší výše uvedenými specifikacemi: 1. *patry*; 2. *železa*; 3. *dřeva*; 4. *hybridy*. Patry jsou hole, které hráč primárně používá ke kutálení míčku do jamky. Hlavní specifikací je, že hráč mívá při hře pouze jeden patr a loft hlavy hole je skoro kolmý k zemi (okolo 3-4°). Míč se po kontaktu s hlavou hole po krátkém letu hned začne kutálet (Pelz, 2000). Železa jsou hole se železnou hlavou a hráč sebou v golfové tašce (*bagu*) nosí přibližně deset želez, kde se každá z nich liší především loftem hlavy hole a délkou shaftu. Takzvaná krátká železa (*wedge*), mají vysoké stupně loftu (65-46°). Míč se po kontaktu s hlavou hole odrazí pod vyšším vertikálním úhlem než u ostatních želez a tak je trajektorie letu míče vyšší a dopad strmější. Tento druh holí se využívá především při hře kolem jamkoviště do 100 m (Pelz, 1999). Střední železa mají středně vysoké stupně loftu, od 46° (železo 9) až po 32° (železo 6; čím nižší číslo hole, tím nižší loft). Používají se na střední vzdálenosti od jamkoviště. Dlouhá železa mají nízké stupně loftu, od 30° (železo 5) až po 21° (železo 3; Hartzell & Nesbit, 1996). V minulosti se využívaly i železa s označením 2 a 1 (20-15°), nicméně ty už jsou jak v rekreačním tak profesionálním golfu využívány jen minimálně, především díky příchodu tzv. hybridních holí. Dlouhá železa jsou využívána na dlouhé vzdálenosti od jamkoviště. Ač název „dřeva“ by mohl evokovat, že jsou z tohoto materiálu i vyrobeny, už to není pravdou. Dřevěné hlavy hole byly nahrazeny železem, ocelí a titanem. Tyto specifické hole jsou s nejdelším a nejlehčím shaftem, zvětšenou dutou hlavou hole a s nejnižším loftem ze všech holí (20-8°; Glazier, 2022). Díky těmto vlastnostem jsou hole používány na nejdelší vzdálenosti, především z odpaliště, kdy je hráčův cíl se dostat co nejbližší k jamkovišti. Například s holí pojmenovanou *driver* (dřevo 1, loft 8-11°) je průměrná délka odpalů profesionálních golfistů 275 m. Hybridní hole jsou poměrně novinkou ve vybavení golfisty. Ačkoliv mají velkou hlavu hole jako dřeva, nejsou duté ale plné jako železa. Kombinují tedy jednak poměrně vysokou vzdálenost letu míče jako u dřev, ale zachovávají

přesnost želez, díky vyšší hmotnosti hlavy hole (Adams & Tomasi, 2000; Bradley & Köbling, 2000). Nejdůležitějšími holemi v bagu jsou často zmiňovány driver (dřevo 1), wedge (krátká železa) a patr (McLean, 2005).

2.2. Výkon v golfu

Obecně je výkon chápán jako výsledek specializované adaptace. Adaptace organismu vzniká díky zatěžování organismu sportovním tréninkem (zátěží). „*Cílem sportovního tréninku je dosažení individuálně nejvyšší sportovní výkonnosti ve zvoleném sportovním odvětví na základě všestranného rozvoje sportovce*“ (Perič & Dovalil, 2010, s. 12). Výkonnost je schopnost sportovce opakovaně podávat výkony určité úrovně (Dovalil, 2002). Ačkoliv nevyšší možný výkon je cílem golfového tréninku, lze ho hodnotit a analyzovat několika způsoby. Je důležité podotknout, že výkon se může hodnotit rozdílně u amatérských a profesionálních hráčů.

Podle USGA a R&A jsou všichni golfisté amatéry, ledaže přijmou výhru nad 700 GBP, přijmou platbu za golfovou lekci, jsou zaměstnání jako golfoví trenéři, nebo jsou členy asociace pro profesionální hráče. Pro vstup do Profesionální golfové asociace hráčů a učitelů golfu v České republice (PGA C) je podmínkou hendikep pod +0,5 pro muže a 0,4 pro ženy (pro profesionální hráče) a 6,4 (pro profesionální trenéry) (PGA C, 2023). Díky těmto pravidlům v golfu vykrytalizovaly tři skupiny: 1. profesionální hráči, kteří se živí hraním golfu a vydělávají si tím na živobytí; 2. profesionální trenéři, kteří se živí výukou golfu; 3. a amatérští golfisté, kteří hrají golf bez cíle na svém výsledku vydělat. Někteří amatérští golfisté hrají golf na tak vysoké úrovni, že ačkoliv jsou amatéři, dokáží konkurovat profesionálním hráčům golfu, proto nelze říct, že amatérský golfista je vždy horší než profesionální. Liší se pouze svým statutem, ne výkonností. Tato situace je častá u elitních juniorských golfistů, kteří studují a nechtějí se zatím živit golfem, ačkoliv dosahují vysoké výkonnosti, nebo u dospělých hráčů, kteří hrají golf pro radost, ačkoliv na vysoké úrovni. Obecně je snaha ve světě stírat rozdíly mezi amatérskými a profesionálními hráči a proto vznikají turnajové série, kde hrají obě skupiny dohromady (Open Golf Czech Tour; ČGF, 2023).

Amatérští hráči mohou soutěžit v turnajových sériích jako je třeba Raiffeisenbank Czech Open Golf Tour. Nejvýznamnějšími turnaji pro amatérské hráče golfu jsou Mistrovství světa a Evropy, nebo v českých podmínkách Mezinárodní mistrovství ČR na rány. Česká Golfová Federace (ČGF) pořádá i turnaje pro elitní mládežnické golfisty jako například Národní mistrovství ČR žáků a kadetů a Mezinárodní mistrovství ČR dorostenců a juniorů.

Elitní amatérští hráči, kteří studují a zároveň hrají golf na amerických univerzitách, se zúčastňují turnajové série pořádané National Collegiate Athletic Association (NCAA divize I - III).

Profesionální hráči soutěží na profesionálních turnajových sériích jako je například Professional Golf Association tour (PGA Tour) a Ladies Professional Golf Association tour (LPGA Tour) konané na územích Spojených států amerických a v Severní Americe, nebo European Tour (DP World Tour) a Ladies European Tour (LET Tour) konané na území Evropy. Nejvýznamnějšími turnaji jsou tzv. majory, jako například Masters Tournament, U. S. Open, či The Open Championship. Hráči soutěží také v týmových soutěžích, jako například v Ryder Cup, ve kterém se jednou za dva roky utkají nejlepší hráči z Ameriky proti hráčům z Evropy. V České republice probíhá také profesionální série Czech PGA Tour, které se účastní nejlepší profesionální hráči a trenéři na našem území (PGA C, 2023; PGA Tour, 2023b).

V podmínkách České republiky probíhá výběr elitních amatérských golfistů do národní reprezentace České Golfové Federace. Hráči a hráčky jsou registrováni v golfových klubech pracujících s mládeží nebo tréninkových centrech mládeže (TCM), kde v roce 2018 bylo registrováno 1820 hráčů. Některé golfové kluby rozdělují hráče do různých skupin podle úrovně nebo podle hráčových zkušeností. Nejtalentovanější mladé hráče do 15 let v ČR sdružují Regionální tréninkové skupiny ČGF (RTC, čtyři regiony v rámci ČR – západ A, západ B, východ A, východ B). V RTC ČGF je sdružováno přibližně 60 hráčů (15 hráčů na region). Hráči jsou vybíráni podle 1) postavení v mládežnickém žebříčku ČGF, 2) expertního pohledu, 3) pohovoru s hráčem, 4) výsledků v kondičním testování. Výběr hráčů probíhá na výběrovém kempu na začátku sezóny. Nejvyšším patrem výběrové pyramidy jsou Národní tréninkové skupiny ČGF, kde je sdružováno 30-40 nejlepších amatérských a profesionálních hráčů, kteří chtějí reprezentovat ČR v mezinárodních a profesionálních turnajích (pouze hráči nad 15 let). Výběr se opět koná na výběrovém kempu, kde hlavními kritérii jsou 1) postavení na světovém žebříčku, oficiálním žebříčku ČGF nebo mládežnickém žebříčku ČGF, 2) výsledky z testování golfových dovedností a kondičních schopností. Konečný výběr hráčů provádí Sportovní komise ČGF na doporučení hlavního trenéra ČGF.

Nehledě na status hráče lze výkon golfu hodnotit na základě výkonnostních ukazatelů hry na hřišti a na základě úrovně jednotlivých dovedností v testech v tréninkových podmínkách.

2.2.1. Hodnocení výkonu v golfu

Soutěžní golfová hra se může hrát dvěma způsoby: na rány a na jamky. Ve hře na rány soutěží všichni hráči proti všem ostatním na základě celkového skóre. Tedy celkového součtu všech jednotlivých jamkových výsledků hráče za všechna kola, což zahrnuje jednak zahrané rány a také trestné rány. Trestné rány může hráč dostat za porušení pravidel nebo po zahrání do trestné oblasti či mimo hřiště. Hráč, který dokončí všechna kola za nejmenší celkový počet ran, je vítězem. Ve hře na jamky hrají hráč a jeho soupeř přímo proti sobě, a to na základě vyhraných (hráč na jamce zahraje nižší počet úderů než protihráč), prohraných (hráč na jamce zahraje vyšší počet úderů než protihráč) nebo půlených jamek (na jamce hráči zahrají stejný počet ran). Hráč, který vede nad svým soupeřem o více jamek, než kolik jich zbývá ke hraní, je vítězem. V amatérském i profesionálním golfu jsou běžné obě formy hry, ačkoliv převažuje hra na rány (Royal and Ancient Golf Club of St Andrews & United States Golf Association, 2023).

Amatérští hráči mohou soutěžit na rány i na jamky formou soutěže bez hendikepu či s hendikepem. V soutěži bez hendikepu je hráčův výsledek za jamku nebo kolo počet všech jeho ran (hrubý výsledek). V soutěži s hendikepem je hráčův výsledek za jamku nebo za kolo jeho hrubý výsledek upravený o jeho započítávané hendikepové rány (čistý výsledek). Hendikepový systém se používá, aby spolu mohli soutěžit za rovných podmínek hráči různé výkonnosti. *Golfový handicap* (HCP) je číselná hodnota vyjadřující výkonnostní úroveň amatérského hráče golfu. HCP se vypočítá průměrem osmi nejlepších soutěžních her z posledních dvaceti odehraných her. Hráč získává HCP 54 po složení zkoušky golfové způsobilosti. Čím nižší HCP je, tím je hráčova výkonnost lepší (HCP může klesnout i pod nulu, nicméně pak je označován jako plusový). Elitní amatérští golfisté, kteří se pravděpodobně v budoucnu stanou profesionálními golfisty, dosahují HCP 5 až +8. Po přechodu hráče mezi profesionální golfisty ztrácí hráč amatérský status a tím i svůj HCP (Royal and Ancient Golf Club of St Andrews & United States Golf Association, 2023). Z vědeckého pohledu je HCP velmi rozšířeným parametrem pro hodnocení dlouhodobé výkonnosti hráče a v předešlých studiích se k němu vztahovaly jak biomechanické parametry golfového švihů (Ball & Best, 2012; Bourgain a kol., 2022), úroveň golfových dovedností (Robertson a kol., 2013), tak i parametry kondičních schopností (Alvarez a kol., 2012). Profesionální hráči hrají golf pouze na hrubý výsledek, bez jakéhokoliv vyrovnání mezi výkonnostmi.

Úspěšnost profesionálních hráčů se obvykle hodnotí průměrným počtem ran za kolo, který například v sezoně 2021 – 2022 na PGA Tour byl $70,9 \pm 0,69$ ran na kolo (průměr na 3-paru: $3,05 \pm 0,04$; 4-paru: $4,03 \pm 0,04$; 5-paru: $4,63 \pm 0,07$). V tomto parametru nejlepším

hráčem byl Rory McIlroy s průměrem 68,7 ran na kolo. Druhou možností evaluace výkonu je podle vydělané peněžní výhry, kterou hráč získává za umístění v turnaji. Nejvýdělečnějším hráčem byl Scottie Scheffler, který si vydělal přes 312 mil. Kč (průměr PGA Tour: 36 mil. Kč za sezonu), a který má na svědomí i nejvyšší počet výher (4). Z pohledu konzistence umístění, můžeme hodnotit hráče podle počtu umístění v nejlepších deseti hráčích v turnaji. Tuto kategorii v sezoně 2021 – 2022 na PGA Tour ovládl Patrick Cantlay s 12 umístěními v nejlepších deseti (průměr PGA Tour: $2,9 \pm 2,2$) (PGA Tour, 2023a). Pro srovnání nejlepší hráč Czech PGA Tour Ondřej Lieser si v sezoně 2021 vydělal 1,2 mil. Kč (průměr Czech PGA Tour: 71,6 tis Kč za sezonu), nicméně česká profesionální túra se skládá pouze z šesti turnajů v sezoně a hráči tak hrají i v jiných turnajových sériích (PGA C, 2023). Úspěšnost amatérských hráčů se hodnotí stejně jako u profesionálních pomocí průměrného počtu ran za kolo, pomocí HCP (viz výše) či pomocí Světového žebříčku amatérských golfistů (WAGR - The World Amateur Golf Ranking), který hodnotí hráče body, podle toho jak se umisťují na světových turnajích. Nejúspěšnějším českým hráčem dle WAGR je Jiří Zuska na 62. pozici a mezi ženami Denisa Vodičková na 72. pozici (k únoru 2023; WAGR, 2023).

Ačkoli určení vítěze golfového turnaje je snadné, není snadné posoudit, které faktory k vítězství nejvíce přispěly (Broadie, 2012). Základním předpokladem pro zlepšení výkonu je zpětná vazba. Bez zpětné vazby hráč nemůže vědět, kterým aspektům své hry musí věnovat pozornost. Analýza golfu poskytuje zpětnou vazbu týkající se výkonu, obvykle převzatou z turnajové hry, na jejímž základě lze určit, ve kterých aspektech hry je hráč horší než ostatní nebo třeba horší než norma, a tudíž je potřeba je trénovat. Analýza v golfu může probíhat jak na úrovni celkového výsledku, výsledku jamek tak i jednotlivých ran. Celkový výsledek hráče na hřišti je pro hráče cílovou metou, avšak z pohledu analýzy výkonnosti trenérům ani hráčům nepomůže hru detailně rozebrat. Hráči často pouze verbálně hodnotí výsledek v daném kole jako např.: velmi dobrý/průměrný/špatný výsledek. Navíc golfový výsledek je i velmi nestabilní a byl nalezen jen slabý vztah mezi dvěma po sobě jdoucími koly u amatérských (Scheid, 1990) a také u profesionálních hráčů golfu (Clark, 2002). Studie od Clark (2002) také poukázala na skutečnost, že směrodatná odchylka výsledku finálového kola byla téměř 3 rány, což naznačuje na velkou nestabilitu výsledku v posledních hracích kolech oproti celé sezoně, kde směrodatná odchylka klesla pod 1 ránu. James (2007) replikoval tuto studii, ve které analyzoval čtyři major turnaje a čtyři turnaje na PGA Tour v sezoně 2006. Nalezl směrodatnou odchylku 3,06 ran. Nepotvrdil však výsledky studie od Clark (2002), že by finálové kolo mělo výrazně vyšší směrodatnou odchylku než kola předchozí, což zdůvodňuje především odlišnými podmínkami

mezi jednotlivými koly. Obecně lze však říct, že je snaha snížit variability výsledku, vylepšit nejlepší výsledek a odstranit výrazně špatné hodnoty (Otto, 2017).

Celkový výsledek se může rozdělit na výkony jednotlivých jamek, což poskytuje sice více informací než celkový výsledek, ale aplikovatelnost těchto informací ke zlepšení výkonnosti je limitující. Je také důležité podotknout, že jednotlivé výkony mezi jamkami jsou navzájem nezávislé, to znamená, že zde není prokázán vliv „za sebou v řadě“, alespoň tedy u profesionálních golfistů. Není prokázáno, že pokud hráč zahraje jednu jamku výborně, že druhou zahraje taky tak (Clark, 2003; Clark, 2005a, 2005b; James, 2007). Toto však neplatí u amatérů, kteří měli o 9,9 % vyšší pravděpodobnost, že zahráju pod par jamky, když na předchozí jamce zahráli také pod par (James, 2007).

2.2.2. Hodnocení výkonu v golfových dovednostech

Aby byl hráč schopen dopravit golfový míč z odpaliště do jamky, používá nejrůznější dovednosti. Všeobecně pohybové dovednosti jsou „*učením získané předpoklady sportovce správně, účelně, efektivně a úsporně řešit pohybové úkoly*“ (Perič & Dovalil, 2010, s. 13). Pohybové dovednosti jsou specifické podle sportu a z hlediska sportovního výkonu, kdy dostávají výkonové zaměření, se nazývají sportovními dovednostmi. „*Způsob řešení úkolu v souladu s pravidly daného sportu, biomechanickými zákonitostmi a možnostmi sportovce se vyjadřuje pojem technika*“ (Perič & Dovalil, 2010, s. 13). Jednotlivé dovednosti se odlišují technickými, kondičními, taktickými i psychologickými požadavky (Perič & Dovalil, 2010). Jamka vždy začíná *odpalem* (tzv. drive), kdy se míč zpravidla položí na podstavec (*týčko*) a odpálí se do hry. Jelikož hráče na odpališti čeká dlouhá vzdálenost do jamky (u 4- a 5-parových jamek), využívají se především hole typu dřev, jejichž mechanické vlastnosti dokáží míč zahrát daleko. Hráč při švihů využívá maximální rozsah pohybu (tzv. *plný švih*), tak aby dosáhl maximálního letu míče. U 3-parových jamek je časté, že hráč je schopen hned první ranou dohrát na jamkoviště a používají se tak většinou železa. Po zahrání odpalu čeká na hráče *přihrávání na jamkoviště* (tzv. *přihrávací rána*), ke kterému se nejčastěji využívají železa. Hráč při švihů provádí plný švih nebo zkrácený švih, podle toho, jakou vzdálenost musí zahrát. U 5-parových jamek je časté, že jamka je tak dlouhá, že hráč druhou ranou ještě nedostřelí na jamkoviště a je nucen zahrát ještě jednu dlouhou ránu, tentokrát však už bez *týčka*. Pokud míč posléze skončí na jamkovišti, hráč kutálí míč po povrchu jamkoviště (tzv. *patuje*) pomocí patru. Celá jamka končí po zahrání míče do jamky. Pokud se *přihrávání na jamkoviště* hráči nepovede, ačkoliv se dostal do těsné blízkosti jamkoviště, bude ho čekat pouze *krátká rána* (tzv. *krátká hra*). *Krátká hra* obsahuje hned několik dovedností jako je chip, pitch, lob či úder z písku (tzv.

rána z bankru). Takovéto rány se zpravidla hrají krátkými železy (tzv. wedge) a jejich účelem je zachránit par jamky nebo si vytvořit šanci na zahrání jednopatu (Woods, 2001). Z celkového počtu ran za kolo, je přibližně 40 % ran patování a dalších 25 % je krátká hra do 100 m. Dlouhá hra, při které hráč používá plný švih, je tak ve hře zastoupena 35 %, z nichž je 20 % odpalování a 15 % hra železy (Pelz, 1999, 2000).

2.2.2.1. Patování

Patování je jedna z nejdůležitějších dovedností v golfu, výkon v patování v předešlých studiích významně koreloval s výkonností úrovní jak u profesionálních (Alexander, 2005; Moy & Liaw, 1998; Wiseman & Chatterjee, 2006) tak amatérských golfistů (Carnahan, 2002; Gryc a kol., 2021; Gryc a kol., 2017). Cílem patovacího úderu je dosažení co nejvyšší úspěšnosti (zasažení jamky). Jelikož jsou však jamkoviště rozlehlá, tak na dlouhé vzdálenosti je patovací úspěšnost minimální (Pelz, 2000; PGA Tour, 2023a). Proto je v těchto situacích úkolem se co nejvíce k jamce přiblížit (tzv. přesnost patu), tak aby další pat byl úspěšný a došlo k zasažení jamky. Výhodou patování oproti ostatním dovednostem je, že není vyžadována vysoká úroveň kondičních či technických předpokladů, a tak úspěšnost není závislá na věku či pohlaví což dokazuje studie od (Gryc a kol., 2017). Ta našla podobnou výkonnost v patování jak u zdravých tak u hendikepovaných golfistů. Úspěšný pat vyžaduje správný počáteční směr a rychlost míče s respektem na svah jamkoviště (Carnahan, 2002). Vzdálenost patu, sklon (do kopce / z kopce, pravo-levý / levo-pravý) a rychlost jamkoviště jsou nejdůležitějšími faktory, které je třeba vyhodnotit s ohledem na počáteční rychlost míče. Rychlost jamkoviště může být různá na různých jamkovištích, a dokonce i na stejném jamkovišti (Dias, Couceiro, a kol., 2014; Dias, Martens, a kol., 2014; Karlsen & Nilsson, 2008a; MacKenzie & Sprigings, 2005). Gryc a kol. (2021) uvádí, že úspěšnost patování je významně ovlivněná jak vzdáleností patu, tak sklonem povrchu. Navíc podotýká, že úspěšnost jednometrových a třímetrových patů a přesnost pětímetrových patů má silný vztah s výkonností.

Úspěšnost patovacího úderu je dána kontrolou vzdálenosti a směru míče (Pelz, 2000). Uvádí se, že vzdálenostní odchylka je okolo 6,5 % (relativní procento ze vzdálenosti) zatímco směrová odchylka 1,3 %, indikující, že hráči především chybují v provedení vzdálenosti než směru (Karlsen a kol., 2008). Nicol a Morris (2018) uvádějí, že rychlost míče u jamky je klíčovým aspektem pro úspěšnost patu, jelikož přílišná rychlost míče u jamky efektivně zmenšuje šířku jamky. Naopak pomalá rychlost míče způsobí, že míč zastaví před jamkou a nedostane tím šanci do ní padnout. Profesionální hráči golfu mají signifikantně lepší cit pro vzdálenost patu a rychlost míče, než amatérští hráči golfu (Hasegawa a kol., 2017; Tanaka &

Iwami, 2018), což prokazuje zásadní důležitost ovládnutí vzdálenosti kutálení míče oproti ovládnutí směru. Variabilita vzdálenosti je nejvíce ovlivněna čtením jamkoviště (60 %), technikou (34 %) a nerovnostmi na jamkovišti (6 %), proto by se měl klást velký důraz na trénink čtení jamkovišť a to i ve výuce golfistů, kde zatím převažuje výuka technických aspektů patování (Karlsen & Nilsson, 2008a). Nicméně na úrovni profesionálních golfistů dochází k vytvoření pomůcek pro čtení jamkovišť (Karlsen, 2010; MacKenzie & Sprigings, 2005). Kutálení míče na jamkovišti je ovlivněno několika faktory vyskytujícími se na povrchu jako je náklon svahu, rychlost jamkoviště, měkkost či tvrdost podkladu, nerovnosti na jamkovišti, či pozice jamky (Pelz, 2000). Hráč by měl být schopen se přizpůsobit měnící se podmínkám tak, aby udržel svůj výkon (Dias, Couceiro, a kol., 2014). Nerovnosti na jamkovišti jako jsou šlápoty od bot, písek, bahno atd. ovlivňují jak směr, tak rychlost míče a tím znemožňují absolutní predikci dráhy míče (Pelz, 2000).

Patování podle vzdálenosti se v literatuře často rozlišuje na krátké (<3 m), střední (3-7 m) a dlouhé paty (>7 m), které se především odlišují úspěšností na dané vzdálenosti, jak je možné vidět v Tabulce 1. Šance na úspěšné proměnění se výrazně snižuje u patů nad 4,57 m (3,66 m = 33 %, 4,57 m = 25 %, víc než 6,40 m = 10 %). Například u vzdálenosti 11 m je větší pravděpodobnost tří patů než jedno patu (Cochran & Stobbs, 1968; Tierney & Coop, 1998).

Tabulka 1: Úspěšnost a přesnost patování profesionálních hráčů golfu na PGA Tour v sezoně 2021-2022

Úspěšnost patování				
procentuální zasažení jamky (průměr ± SD)				
<i>0,9 - 1,5 m</i>	<i>1,5 - 3,1 m</i>	<i>3,1 - 4,6 m</i>	<i>4,6 - 6,1 m</i>	<i>6,1 - 7,6 m</i>
88,1 ± 3,2 %	55,5 ± 5,1 %	30,5 ± 4,1 %	18,6 ± 3,9 %	12,5 ± 3,9 %
Přesnost patování				
vzdálenost od míče k jamce (průměr ± SD)				
<i>Jedno-patu</i>	<i>Dvoj-patu</i>	<i>Troj-patu</i>	<i>Po první patu</i>	
2,21 ± 0,13 m	7,05 ± 0,27 m	12,48 ± 2,71 m	0,69 ± 0,04 m	

Legenda: Analýza 193 hráčů PGA Tour (PGA Tour, 2023a)

2.2.2.2. Krátká hra

Krátkou hrou lze považovat všechny rány na hřišti do 90 m od jamky, ačkoliv se tyto rány dále dělí na krátkou hru v těsné blízkosti okolo jamkoviště (<30 m) a krátké příhry na jamkoviště (30 – 90 m). Pelz (1999) uvádí, že 60-65 % všech ran na hřišti je hráno ze vzdálenosti do 90 m. Ke krátké hře se nejčastěji používají wedge a konkrétní volba hole je na základě typu úderu, hustoty trávy nebo preferencí hráče (Ma'mun & Abdullah, 2018). Cílem krátké hry je zastavit míč na jamkovišti co možná nejblíže od jamky, tak aby následně hráč měl

vyšší šanci zahrát nejmenší počet patů a tím zlepšit výsledek (Broadie, 2012). Pozice míče (na ferveji, rafu či v bankru) a povětrnostní podmínky mají zásadní vliv na výkon přihrávacích ran (Cochran & Stobbs, 1968; James & Rees, 2008).

V těsné blízkosti jamkoviště hráč používá různé dovednosti krátké hry jako je *chip*, *pitch*, *lob* nebo *rána z bankru*, které se odlišují především trajektorií letu míče a proto se u každého úderu používá jiná technika. Chip je úder s malým rozsahem pohybů připomínající pat, který je hrán především železy v těsné blízkosti u jamkoviště. Trajektorie letu míče je většinou nízká, ale míč má dlouhý doběh. Pitch je úder se zkráceným rozsahem pohybu oproti plnému švih, který je hrán wedgemí a je hrán u příher na jamkoviště do 90 m. Trajektorie letu míče je vysoká s minimálním doběhem míče na jamkovišti. Lob je úder s nejvyšší trajektorií letu míče a minimálním odběhem. Je používán v těsné blízkosti jamkovitě, především když je potřeba přestřelit překážku či míč na jamkovišti ihned zastavit. Rána z bankru je nejspecifičtější ze všech a je hraná když se míč dostane do pískové překážky kolem jamkoviště. Tento úder je technicky velice odlišný od ostatních především v tom, že hráč netrefuje přímo míček, ale písek, který míč uvede do letu. Trajektorie letu je vysoká s vysokou rotací míče, takže míč při dopadu na jamkoviště ihned zastaví nebo se dokonce díky zpětné rotaci odkutálí směrem k hráči.

Vysoká přesnost při krátké hře je dána kontrolou směru a vzdálenosti letu míče, stejně jako kontrolou chování míče po dopadu na jamkoviště. Pro hodnocení jednotlivých ran se používá absolutní výsledná vzdálenost míče od cíle, která vyjadřuje přesnost rány. Čím je hráč dál od jamky, tím musí použít větší rozsah pohybu, tak aby míč byl schopen doletět až k cíli. Proto se vzrůstající vzdáleností, se snižuje i přesnost ran (zvyšuje se absolutní vzdálenost mezi výslednou pozicí míče a jamky), což je fenomén, který byl prokázán i v ostatních sportech, jako je například basketbal (Keetch a kol., 2005; Schmidt a kol., 1979). Aby se tedy přesnost jednotlivých ran mohla hodnotit napříč vzdálenostmi, pro hodnocení příher na jamkoviště byl v převážné míře ve vědeckých studiích používána procentuální míra chyby, neboli relativní odchylka od jamky (vzdálenost od finální pozice míče k jamce jako procento z původní vzdálenosti). Například pokud hráč zahraje ránu ze 100 m, která skončila 10 m od jamky, jeho relativní odchylka od cíle byla 10 %.

Přesností krátkých příher na jamkoviště u profesionálních hráčů golfu se věnoval výzkum od Cochran a Stobbs (1968), který analyzoval jeden čtyřkolový turnaj v roce 1964. Výzkum zjistil relativní odchylku od jamky 7,8 % z ferveje, 12,3 % z rafu a 15,8 % z bankru ze vzdálenosti 9-65 m. Avšak při porovnání nejlepších a nejhorsích devíti hráčů zkoumaného

turnaje, nenašli signifikantní rozdíl v přesnosti krátkých příher na jamkoviště. Zmíněnou studii replikoval Pelz (1999), který sbíral data na PGA Tour v 70. a 80. letech 19. století. Pelz (1999) našel relativní odchylku od jamky 13-26 % pro krátké rány s menším pohybovým rozsahem než plný švih. Tyto výsledky jsou výrazně vyšší, než ty z předchozího výzkumu z roku 1964, což je pravděpodobně způsobeno tím, že Cochran a Stobbs (1968) nehodnotili krátké příhry na jamkoviště mezi 65 a 120 m, které by mohly být jedny z nejtěžších. James a Rees (2008) sledovali přesnost krátkých příher na jamkoviště u záměrně vybraných hráčů z PGA Tour a našli relativní odchylku od jamky 5,2-6,5 % z ferveje a 10,0-10,9 % z rafu ze vzdálenosti 45-90 m. Hlavním zjištěním však je, že nejpřesnější byli hráči mezi 75-90 metry, naopak mezi 45-75 m dosahovali signifikantně vyšší relativní odchylky od jamky i její variability. Pelz (1999) i James a Rees (2008) našli silný vztah mezi výkonností krátkých příher na jamkoviště (relativní výsledné odchylky od cíle) a výdělkem či pozicí na světovém žebříčku hráčů PGA Tour (45-90 m: $r = 0,56$). Pravděpodobně nejúspěšnější kombinací z hlediska excelentní výkonnosti je spojení krátkých příher na jamkoviště z hlediska toho, zda skončily ve vzdálenosti do 4,6 m jamky. Naše publikovaná studie (Brožka a kol., 2021) našla podobné výsledky relativní odchylky od cíle z ferveje u elitních amatérských hráčů golfu 12,9 % ze vzdálenosti 45-85 m. Potvrdila klesající tendenci relativní odchylky od cíle u krátkých příher na jamkoviště: 45m: 19,0 %; 55 m: 13,0 %; 65 m: 11,1 %; 75 m: 12,9 %; 85 m: 8,4 %; což indikuje, že kratší rány jsou pro hráče těžší. Také potvrdila vztah krátké hry s jak dlouhodobou výkonností (HCP; 45 m: $\tau = 0,64$; 55 m: $\tau = 0,58$), tak krátkodobou výkonností (počet ran za kolo v turnaji; 45 m: první kolo $\tau = 0,68$; nejlepší kolo $\tau = 0,78$; průměr kol $\tau = 0,67$; 55 m: nejlepší kolo $\tau = 0,58$) u elitních amatérských hráčů golfu. Především ty nejkratší vzdálenosti (45-55m) měly nejsilnější vztah s výkonností než ty delší z kategorie krátkých ran (65-85). Stejně jako u patování bylo ověřeno i u krátkých příher na jamkoviště, že vzdálenostní odchylka je vyšší okolo 11,4 % než směrová odchylka 3,8 % (Brožka a kol., 2021; Pelz, 1999). Na nejnovější výsledky profesionálních hráčů golfu v oblasti krátké hry lze nahlédnout v Tabulce 2.

Tabulka 2: Přesnost krátké hry a krátkých příher na jamkoviště profesionálních hráčů golfu na PGA Tour v sezoně 2021-2022

Přesnost krátké hry a krátkých příher na jamkoviště			
vzdálenost od míče k jamce (průměr ± SD)			
<i><30 m z ferveje</i>	<i>< 30 m z písku</i>	<i>46 – 69 m</i>	<i>69 – 91 m</i>
2,3 ± 0,18 m	2,9 ± 0,34 m	5,0 ± 1,21 m	5,4 ± 0,67 m

Legenda: Analýza 193 hráčů PGA Tour (PGA Tour, 2023a)

2.2.2.3. Dlouhá hra

Dlouhá hra je dovednost, při které hráč provádí plný švih, tedy maximální rozsah pohybů k maximalizaci délky letu míče. Tento švih hráč provádí se všemi holemi kromě patru, a v závislosti na zvolené holi se mění dolet míče (rozdíl hole znamená přibližně 12 m). Dlouhá hra se rozděluje na odpal, který se provádí vždy na začátku jamky, střední příhry na jamkoviště (90-145 m) a dlouhé příhry na jamkoviště (>145 m).

Pro odpal jsou z pravidla nejvíce využívána dřeva (kromě 3-parových jamek) a to především driver. Cílem odpalu je maximalizovat dolet míče, tak aby další rána k jamce byla co nejkratší, ale zachovat i přesnost, aby hráč nezasáhl překážku, nezahrál mimo hřiště či do nevýhodné polohy. Přesnost (Baugher a kol., 2016) ale především délka odpalu silně koreluje s výkonností profesionálních (Baugher a kol., 2016; Bliss, 2021; Broadie, 2012) i amatérských hráčů golfu ($r = 0,90$; Brožka a kol., 2022). Pozice míče neovlivňuje výsledek úderu, protože míč je položen na týčku, zato povětrnostní podmínky mohou silně ovlivnit délku i přesnost odpalu.

Střední i dlouhé příhry na jamkoviště se vyznačují oproti odpalu hrou z travnaté plochy a odlišují se pouze vzdáleností, ze kterých jsou hrány. Těžko se posuzuje, kde končí krátké příhrávací rány a kde začínají ty střední. Jak bylo řečeno, u krátkých ran hráč používá zkrácené rozsahy pohybů, zatímco u středních ran plný švih. Nicméně kde hráč použije plný či zkrácený švih je individuální, závislé na jeho schopnostech a preferencích. Proto je obecným pravidlem, že krátké rány jsou do 90 m a od 90 m výše jsou to střední rány (James & Rees, 2008; Pelz, 1999). Cílem všech příher na jamkoviště je však stejný, a to zastavit míč na jamkovišti co možná nejbližší od jamky a stejné je i hodnocení podle absolutní a relativní odchylky od jamky. Naše publikovaná studie (Brožka a kol., 2022) zjistila signifikantní vztah mezi hendikepem a přesností krátkých želez ($r = 0,78$) u amatérských hráčů golfu. Také jsme ověřili vztah mezi výkonností (HCP jako indikátor dlouhodobé výkonnosti; počet ran za kolo jako indikátor aktuální výkonnosti) a délkou ran u dlouhých želez ($r = 0,85$; $r = 0,77$) a driveru ($r = 0,90$; $r = 0,73$). Tyto výsledky naznačují důležitost přesnosti u krátkých želez a délky u dlouhých želez a dřev. Cochran a Stobbs (1968) zkoumali přesnost středních a dlouhých příher na jamkoviště a zjistili relativní odchylku od jamky (fervej a raf): 6 %, 10 % ze vzdálenosti 130-145 m; 5,9 %, 13,2 % ze vzdálenosti 145-165 m; 7,7 %, 12,3 % ze vzdálenosti 165-180 m a 8,7 %, 17,2 % ze vzdálenosti 180-200 m. Nebyl nalezen významný rozdíl mezi přesností ran z ferveje a z odpaliště. Také nebyl zjištěn významný vliv větru na přesnost příher na střední a dlouhé vzdálenosti kromě na té nejdelší (180-200 m). Při porovnání nejlepších a nejhorších devíti hráčů

zkoumaného turnaje, našli autoři signifikantní rozdíl v přesnosti středních a dlouhých příher na jamkoviště. Rozdíly mezi těmito skupinami mohou ve výsledném počtu až 1,25 ran za kolo. Pelz (1999) našel relativní odchylku od jamky mezi 5-9 % pro plný švih, což souhlasí s výzkumem od Cochran a Stobbs (1968). James a Rees (2008) našli relativní odchylku od jamky 4,6-5,3 % z ferveje a 8,3-10,2 % z rafu ze vzdálenosti 90-180 m a 6,2-9,6 % z ferveje ze vzdálenosti nad 180 m, což ukazuje na výrazně vyšší relativní odchylku od jamky ze vzdálenosti nad 180 m. Také podotkl, že hra z rafu oproti hře z ferveje má vliv na vyšší relativní odchylku od jamky o 3,7-4,9 %. James a Rees (2008) našli silný vztah mezi výkonností středních a dlouhých příher na jamkoviště (relativní výsledné odchylky od jamky) a pozicí na světovém žebříčku hráčů PGA Tour (90-140 m: $r = 0,49$; 140-180 m: $r = 0,71$; >180 : $r = 0,64$).

Z trenérského pohledu, výsledky relativní odchylky od jamky jsou použitelné nejen k analýze obecné výkonnosti hráčů, ale také k individuální analýze. Zprv, můžeme porovnat výsledky hráče vzhledem k referenční úrovni profesionálních hráčů či určit slabiny a silné stránky hráče. Výsledky dlouhé hry profesionálních hráčů na PGA Tour můžete vidět v Tabulce 3.

Tabulka 3: Přesnost dlouhé hry profesionálních hráčů golfu na PGA Tour v sezoně 2021-2022

Přesnost středních a dlouhých příher na jamkoviště			
vzdálenost od míče k jamce (průměr ± SD)			
<i>91 – 114 m</i>	<i>114 – 137 m</i>	<i>137 – 160 m</i>	<i>160 – 183 m</i>
6,0 ± 0,54 m	7,1 ± 0,53 m	8,6 ± 0,60 m	10,3 ± 0,74 m
Délka odpalu		Přesnost odpalu	
vzdálenost od míče k odpališti (průměr ± SD)		vzdálenost od míče k středu ferveje (průměr ± SD)	
274,8 ± 7,91 m		7,6 ± 0,39 m	

Legenda: Analýza 193 hráčů PGA Tour (PGA Tour, 2023a)

2.2.3. Hodnocení výkonu pomocí herních statistik

Herní statistiky jsou nejjednodušší analýzou hry v golfu. Jsou stále populární jak v amatérském, tak v profesionálním golfu. Základem je, že si hráč vede během své hry jednoduché záznamy o své hře na každé jamce, jako například zda při odpalu zasáhl fervej či raf, na kolikátou ránu zahrál na jamkoviště, kolik patů provedl atd. K zapisování může použít svoji zapisovací kartu, ale také byly vyvinuty různé aplikace, do které data může zadat rovnou při hře, např.: do telefonu či do hodinek. Po hře aplikace či hráč spočítají dané herní statistiky. V Tabulce 4 můžete vidět nejčastější herní statistiky a jejich hodnoty u profesionálních a amatérských hráčů golfu.

O přesnosti odpalů vypovídá herní statistika zasažených fervejí, která označuje počet fervejí, které hráč úspěšně zasáhl prvním úderem na každé jamce z odpaliště. Zásah ferveje lze dosáhnout pouze na jamkách s parem 4 a 5, jelikož jamky s parem 3 fervej nemají. Například, pokud má hřiště 18 jamek a 15 z nich jsou jamky s parem 4 a 5 a hráč zasáhl 10 z 15 fervejí, jeho zásah fervejí bude 67 %. Nepřesnost této statistiky však spočívá v proměnlivé šířce ferveje na různých hřištích, a proto je znemožněná komparace výsledků mezi turnaji. Navíc, jelikož je výška rafu také proměnlivá, někdy z taktického hlediska hráč odehraje míč mimo fervej, aby se dostal do výhodnější pozice (např.: blíže k jamce, lepší úhel na příhru na jamkoviště atd.). V těchto případech pak statistika zasažených fervejí nevypovídá o přesnosti odpalu a je to spíše hrubá evaluace hry. Quinn (2006) našel signifikantní negativní vztah mezi zasaženými fervejemi a délkou odpalů ($r = -0,61$), což indikuje, že čím je hráč při odpalu delší, tím je i méně přesný. Nicméně, tento vztah neprokázala naše studie u amatérských hráčů golfu (Brožka a kol., 2022).

O přesnosti přihrávacích ran na jamkoviště vypovídá statistika zasažených jamkovišť v regulaci, která označuje, kolikrát se míč zastavil na jamkovišti na první ránu na 3-parové jamce, druhou ránou na 4-parové jamce a třetí ranou na 5-parové jamce. Ačkoliv počet zasažených jamkovišť v regulaci má silný vztah s počtem ran za kolo ($r = -0,62$; Quinn, 2006), tento výpočet vypovídá nejen o přesnosti příher na jamkoviště, ale také o kvalitě odpalu. Hráč, který má dlouhé odpaly, bude hrát příhru z bližší vzdálenosti a tím by se měl pravděpodobně více přiblížit k jamce (Brožka a kol., 2022). Jelikož pozice míče v rafu silně ovlivňuje výsledek příhry na jamkoviště, je také přesnost odpalu významným vlivem na zasažená jamkoviště v regulaci (James & Rees, 2008).

Počet patů můžeme vyjádřit jak celkově za kolo, tak i relativně na jamku. Wiseman a Chatterjee (2006) našli vysokou korelaci ($r = 0,68$) mezi počtem patů na kolo a průměrným výsledkem za kolo u profesionálních hráčů PGA Tour. Také Quinn (2006) našel středně silný vztah mezi počtem patů za kolo a průměrným počtem ran za kolo ($r = 0,31$). Nicméně počet patů nevypovídá pouze o kvalitě patování, ale je vysoce ovlivněn přesností příhry na jamkoviště, protože čím je hráč blíže u jamky, tím má větší pravděpodobnost úspěšnosti zasažení jamky. Korelace mezi průměrným počtem patů na kolo a jamkoviště v regulaci je $r = 0,41$ (Quinn, 2006). Tento vztah naznačuje, že počet patů vzrůstá, když hráč zasáhne jamkoviště v regulaci. Tento vztah je logický a můžeme si ho vysvětlit na příkladu, kdy jeden hráč zahraje dopal na 3-parové jamce na jamkoviště, avšak je daleko od jamky a zahraje 2 paty. Naopak druhý hráč zahraje o trochu horší odpal, míč nezůstane na jamkovišti, ale skončí kousek od něj.

Hráč poté zahraje krátkou ránu, která má vysokou pravděpodobnost skončit blízko jamky a poté zahraje jeden pat. Z tohoto příkladu je patrné, proč má počet patů silný a negativní vztah se zasažením jamkoviště v regulaci.

Záchrana kolem jamkoviště je statistika ukazující, jak úspěšný je hráč v záchraně paru jamky, když nezasáhne jamkoviště v regulaci. Například, pokud hráč na jamce s parem 4 zahraje míč na fervej, ale poté udělá chybu a nezasáhne jamkoviště, musí zachránit par jamky. Musí tedy zahrát krátkou ránu a jeden pat, aby byl par zachráněn. Statistika je uváděna v procentech a vypovídá jak o kvalitě krátké hry, tak o kvalitě patování. Podobná herní statistika se týká záchrany z bankru kolem jamkoviště, pro kterou platí stejná pravidla, pouze však v případě, kdy hráč mine jamkoviště a dostane se do pískové překážky. K záchraně paru je nucen provést úder z písku a poté jeden pat a proto statistika vypovídá o kvalitě ran z bankru a kvalitě patování (James & Rees, 2008). Herních statistik v dnešní době existuje mnoho, ale zde uvádíme jen výběr těch nejčastějších a jejich nedostatky.

Ačkoliv herní statistiky silně korelují s výsledným počtem ran a jsou hojně využívány i v elitním golfu, díky několikerému mezerám nedostačují k detailní analýze herního výsledku. Většina z nich hodnotí zároveň několik dovedností, a tak není možné izolovat jednotlivé golfové dovednosti. Často také dochází k nepřesnému měření, kdy zaznamenáváme pouze ano či ne (zasáhl jamkoviště, zasáhl fervej) ale není záznam o tom, do jaké míry minul (vzdálenost míče od středu ferveje) či zasáhl (vzdálenost míče od jamky). Tyto detailní záznamy by napomohly k izolaci jednotlivých dovedností, zpřesnění silných a slabých stránek hráče a tím i zvýšily individualizaci výkonu směrem ke strategii na hřišti v turnaji.

Tabulka 4: Herní statistiky profesionálních a amatérských hráčů golfu

	<i>Počet patů za kolo</i>	<i>Záchrana kolem jamkoviště</i>	<i>Záchrana z bankru kolem jamkoviště</i>	<i>Zasažené jamkoviště v regulaci</i>	<i>Zasažené ferveje</i>
Profesionální hráč	29,0 ± 0,4	59,3 ± 3,5 %	50,1 ± 6,4 %	66,3, ± 2,4 %	60,1 ± 5,0 %
Amatérský hráč	31,4 ± 1,7	34,9 ± 23,0 %	26,0 ± 12,0 %	54,9 ± 10,3 %	44,4 ± 15,3 %

Legenda: Analýza 193 hráčů profesionálních hráčů na PGA Tour (2021-2022, PGA Tour, 2023a) a 8 amatérských hráčů na rekreačním turnaji (2018, Brožka a kol., 2022).

Studie od Moy a Liaw (1998) se jako z prvních snažila zjistit dovedností determinanty profesionálních hráčů golfu a identifikovat tak nejdůležitější dovednosti v golfu. Studie analyzující sezónu v roce 1993 identifikovala délku odpalů, kvalitu patování a hru železy, jako klíčové dovednosti pro úspěch hráčů PGA Tour. Podle analýzy dat z PGA Tour mezi lety 1992-

2001 bylo patování nejvýznamnějším determinantem výdělku u profesionálních hráčů golfo, ačkoliv také ukázala, že délka odpalů mezi těmito lety zaznamenala významný nárůst oproti patování, jehož důležitost měla klesající tendenci (Alexander, 2005). Studie od Wiseman a Chatterjee (2006) analyzující profesionální golfisty mezi lety 1990-2004 zjistila, že relativní počet patů za kolo vysvětluje velké procento variability v průměrném počtu ran za kolo. Také podotkla, že délka odpalů má nižší důležitost, díky negativní korelaci mezi přesností a délkou odpalů. Quinn (2006) ukázal vysokou korelaci mezi průměrným počtem patů za kolo a průměrným počtem ran za kolo ($r = 0,63$). Speciálně je důležité proměřovat krátké paty a mít vysokou úspěšnost u patů kolem 7,5 m k dosažení vysoké výkonnosti u profesionálních golfistů (Bouvet, 2011). Vše však změnila studie od (Baugher a kol., 2016), která reanalyzovala data PGA Tour z let 2006-2013. Délka odpalů vyměnila patování jako nejdůležitější dovednost v golfu v roce 2011. Pořadí golfových dovedností podle vlivu na výdělek profesionálních hráčů na PGA Tour byl v roce 2013 následující (relativní důležitost dovednosti): délka odpalů (0,53), přesnost odpalů (0,43), patování (0,40), hra železy (0,11), chip (0,10), hra z bankru (0,06). Je však důležité podotknout, že všechny uvedené studie, zabývající se dovednostními determinanty profesionálních hráčů golfo, analyzovaly svoje výsledky pomocí standartních herních statistik, které skýtají hned několikero problémů, které byly nadneseny výše (James, 2009; Ketzscher & Ringrose, 2002).

PGA Tour v roce 2003 zavedla ShotLink systém (PGA Tour, 2023b), který sbírá data o každé poloze míče ve hře. Na základě toho byla snaha o vytvoření individuálních ukazatelů výkonnosti (Broadie, 2012; Fearing a kol., 2010; P. Lamb a kol., 2011; Stöckl a kol., 2012). Broadie (2012) vyvinul ukazatel výkonnosti získaných ran (z angličtiny *Strokes Gained*), který měří kvalitu každé jednotlivé rány na základě počáteční a koncové pozice míče. Například, pokud hráč zahraje špatnou ránu z bankru a následně zahraje výborný pat do jamky, rána z bankru je hodnocená jako ztracená rána a pat jako získaná rána. Ukazatel získaných ran je nyní používán na PGA Tour. Navíc ukazatel reprezentuje kvalitu každé rány vzhledem k referenční úrovni, tedy podle průměrného výkonu golfistů PGA Tour. Je tedy možné porovnávat výkon hráče se zbytkem pole. Pro výzkum determinantů výkonnosti je důležité, že ukazatel umožňuje izolovat jednotlivé aspekty hry a tím i identifikovat silné a slabé stránky hráče. Analýza golfových dovedností tímto ukazatelem v letech 2003-2010 potvrdila, že relativní význam patování a úderů krátké hry se v profesionální hře snížil a že dlouhá hra představuje 73 % variací v celkovém počtu získaných úderů ve srovnání s krátkými údery (11 %) a patováním (17 %; Broadie, 2012). Délka odpalu je tedy znovu potvrzena jako

nejdůležitější dovedností v golfu. Nejen, že hráč musí míč odpalovat daleko, ale navíc v tom i musí být konzistentní (Stöckl & Lamb, 2018). Během let 2017-2019 jak na PGA Tour tak na European Tour se délka odpalů stále zvyšovala, zatímco přesnost odpalů zůstala (Bliss, 2021). To je zapříčiněno nejen zvyšující se fyzickou kondicí profesionálních golfistů (Hellstrom, 2009), ale také technologickým vývoje míčů a holí (MacKenzie & Sprigings, 2009; Worobets & Stefanyshyn, 2012). To také dokazují statistiky ze sezony 2021 na PGA Tour, kde z deseti nejdelších hráčů jsou čtyři z nich mezi deseti nejlepšími hráči dle celkového žebříčku (PGA Tour, 2023a).

Všechny zmíněné ukazatele, které jsou schopné hodnotit kvalitu každé rány na základě počáteční a koncové pozice míče, napomohly nejen k identifikaci klíčových dovedností a ran v golfu, ale také umožňují profesionálním hráčům detailní analýzu své hry. Určení silných a slabých stránek výkonu napomáhá hráčům a trenérů k individualizaci tréninkového procesu, zefektivnění tréninku a tím i rychlejšímu progresu. Toto všechno je možno pouze díky systému ShotLink. PGA Tour na každý turnaj svolává přibližně 250 dobrovolníků ke kolekci dat o každé poloze míče pro každého hráče (James & Rees, 2008). Nicméně, tyto data není možné získat pro ostatní profesionální hráče, pro elitní amatérské hráče ani třeba pro mládežnické kategorie. Proto v těchto výkonnostních úrovních dochází k nepřesnému hodnocení výkonu, například podle herních statistik, které si hráč často sám vypisuje. Zapisování nejen herních statistik, ale i konkrétních informací o poloze míče, původní i výsledné vzdálenosti míče od jamky, je v dnešní době nejčastější formou sběru dat, které se následně exportují na servery uchovávající a analyzující tyto data (Bryson, ShotbyShot atd.). V posledních letech dochází k vývoji technologie, která by dokázala automaticky detekovat, odkud hráč hraje a kde jeho míč skončil. Jedná se o implementaci GPS zařízení na konec držadla, nebo jejichž součástí už GPS je. Ačkoliv systém není zdaleka ověřený, jedná se pravděpodobně o budoucnost evaluace herního výkonu v golfu.

2.3. Struktura sportovního výkonu v golfu

V kontextu struktury sportovního výkonu faktory chápeme jako relativně samostatné součásti sportovních výkonů, vycházejí ze somatických, kondičních, technických, taktických a psychických základů výkonu (Dovalil, 2002). Somatický a antropometrický faktor určuje zásadní požadavky na tělesnou stavbu (tělesnou výšku a hmotnost, délko-šířkové parametry, somatotyp). Podle typu sportovního odvětví hraje tento proměnlivou roli v samotném výkonu. Kondiční faktor vychází z úrovně rozvoje pohybových schopností, mezi které řadíme vytrvalost, sílu, rychlost, koordinaci a kloubní pohyblivost. Technický faktor vychází z úrovně

pohybových dovedností a v některých sportech z manipulačních předpokladů (například s golfovou holí). Pohybová dovednost spjatá s určitým sportem se nazývá sportovní dovedností. Taktický faktor je ovlivněn psychologickými parametry, kde sportovec musí reagovat včas a správně na danou situaci. Některé sporty vyžadují ke špičkovému výkonu určité osobnostní předpoklady jako např. základní psychické schopnosti (senzorické, senzomotorické, intelektuální a tvůrčí schopnosti, estetické schopnosti), emočně-motivační proměnné (potřeba pohybu, potřeba výkonu) a osobnostní vlastnosti (temperamentové, charakterové, sociálně psychologické; Perič & Březina, 2019). Předpoklady pro výkon představují pohybové schopnosti a pohybové dovednosti, které mají úzký vztah k dané sportovní disciplíně. V rámci této práce, jsou somatické, antropometrické faktory a kondiční schopnosti kondičními předpoklady k maximálnímu výkonu (Zahradník & Korvas, 2012).

2.3.1. Somatické a antropometrické faktory

„Somatické faktory jako relativně stálé a ve značné míře geneticky podmíněné činitele hrají v řadě sportů významnou roli“ (Dovalil, 2002, s. 19). Tělesná výška i ostatní antropometrické parametry jsou v golfu obecně považovány za výhodu, ačkoliv v předešlých studiích panuje nejistota v prokázání vlivu na výkonnost. Keogh a kol. (2009) uvádí, že výkonnostně lepší golfisté (HCP: $0,3 \pm 0,5$) mají významně delší délku horních končetin (vzdálenost acromiale-stylion) i delší délku nadpažku (vzdálenost acromiale-radiale) než výkonnostně horší golfisté (HCP: $20,3 \pm 2,4$). Nicméně, tyto skupiny se nelišily v mnoha antropometrických parametrech jako je tělesné výška, délka předloktí (radiale-stylion), obvod hrudníku, obvod horních končetin ani šířkou ramen. Tělesná výška má významný vztah s rychlostí hlavy hole (Coughlan a kol., 2020; HCP: $1,8 \pm 2,4$; $r = 0,44$, $p < 0,01$) i s rychlostí míče (Wells a kol., 2009: $r = 0,70$, $p < 0,01$), ačkoliv Keogh a kol. (2009), Read a kol. (2013) ani Sheehan a kol. (2019) tento vztah na elitních amatérských golfistech nepotvrdili. Systematicky přehledová studie od Ehlert (2020a) shrnující korelační studie ukázala středně silnou celkovou korelaci mezi tělesnou výškou a rychlostí hlavy hole ($r = 0,31$). Je pravdou, že profesionální golfisté mohou být vyšší, než normální populace, nicméně je důležité podotknout, že i hráči nižší tělesné výšky dokáží zahrát míč velice daleko, a tak výška není limitačním faktorem, ale spíše možnou výhodou. Také délka horních končetin má významný vztah s rychlostí hlavy hole (Keogh a kol., 2009: $r = 0,45$, $p < 0,05$) i s rychlostí míče (Wells a kol., 2009: $r = 0,71$, $p < 0,01$), ačkoliv studie od Read a kol. (2013) takovýto vztah u elitních amatérských golfistů nenalezla (HCP: $5,8 \pm 2,2$). Dále byl zjištěn významný vztah mezi délkou nadpažku a rychlostí hlavy hole (Keogh a kol., 2009: $r = 0,45$, $p < 0,05$). Naopak u délky dolních

končetin významný vztah s rychlostí míče nalezen nebyl (Wells a kol., 2009). Jelikož jsou tyto antropometrické parametry silně dědičně podmíněné, tak je vhodné sledovat jejich vývoj v pubertálním období pro výběr talentů v golfu.

Profesionální hráči golfu mají tendenci k větší svalové hmotě a také k více mezomorfnímu somatotypu v porovnání s normální populací (Kawashima a kol., 2003), nicméně v rámci golfové populace, studie od Keogh a kol. (2009) nezjistila, že by se výkonnostně lepší golfisté (HCP: $0,3 \pm 0,5$) od výkonnostně horších golfistů (HCP: $20,3 \pm 2,4$) lišili v somatických parametrech jako je tělesná hmotnost, BMI (Body Mass Index), podkožní tuk, tělesný tuk nebo svalová hmota. Tělesná hmotnost má významný vztah s rychlostí hlavy hole u elitních amatérských golfistů (Hellström, 2008: HCP: +5 až 0; $r = 0,51$, $p < 0,01$), ačkoliv Keogh a kol. (2009) ani Sheehan a kol. (2019) tento vztah nepotvrdili. Wells a kol. (2009) našli také významný vztah mezi tělesnou hmotností a rychlostí míče ($r = 0,6$, $p < 0,01$). Význam tělesné hmotnosti se ukázal i ve studiích zabývajících se juniorskými hráči golfu (Coughlan a kol., 2020: HCP: $1,8 \pm 2,4$; $r = 0,41$, $p < 0,01$; Torres-Ronda a kol., 2014: HCP: $1,53 \pm 5,52$). Systematicky přehledová studie od Ehlert (2020a) ukázala středně silnou celkovou korelaci mezi tělesnou hmotností a rychlostí hlavy hole ($r = 0,44$). Nebyl prokázán žádný vztah mezi BMI, podkožním tukem, tělesným tukem či svalovou hmotou a rychlostí hlavy hole či rychlostí míče (Keogh a kol., 2009; Sheehan a kol., 2019; Wells a kol., 2009). Ačkoliv předešlé studie ukazují významný vztah tělesné hmotnosti k rychlosti hlavy hole a míče, není prokázáno, zdali je to vlivem tělesného tuku či svalové hmoty. Toto zjištění by bylo důležité ke zhodnocení kondičních intervencí.

2.3.2. Kondiční faktory

„Pohybové schopnosti jsou definovány jako částečně vrozené předpoklady k provádění určitých pohybových činností“ (Dovalil, 2002). Každý člověk je tedy má na určité úrovni – někdo horší a někdo lepší. Nemohou se ani získat, ani zapomenout, může se jen zvyšovat nebo snižovat úroveň jejich rozvoje. Pohybové dovednosti jsou učením získané předpoklady rychle a účelně provádět daný pohyb nebo určitou pohybovou činnost (Perič & Březina, 2019). Muži a ženy se odlišují v řadě anatomických a fyziologických parametrů, které mají následně vliv na výkonnost. Obecně mají muži vyšší genetický předpoklad k vyšší úrovni svalové síly, naopak ženy k většímu rozsahu pohybu. V oblasti vytrvalosti jsou obě pohlaví výkonnostně rovnocenné. Pubertálním obdobím juniorského věku je charakteristické somatickým, fyziologickým a psychosociálním vývojem. Specifickým cílem tréninku dětí a mládeže je vytvoření předpokladů pro efektivní trénink a dosahování relativně maximálních výkonů v

dalších etapách. Mládežnickí sportovci nedosahují maximálního potenciálu díky biologickému vývoji, neboť tréninkové a výkonnostní možnosti jsou determinovány rychlostí růstu skeletu, nervové soustavy a vnitřních orgánů (Bompa, 2000; Dovalil, 2002).

Trénink a rozvoj kondičních schopností je klíčovým komponentem ve skoro každém sportu, zatímco v golfu se trenéři především soustředili na technický a taktický faktor (Gordon a kol., 2009). Výzkumníci i trenéři v oblasti golfu si začínají uvědomovat důležitost síly, rychlosti, pohyblivosti a koordinace k vylepšení švihové mechaniky a prevenci zranění (Farrally a kol., 2003). Hráči s vyšší výkonností odpalují míče dál z odpaliště (Fletcher & Hartwell, 2004; Hellström a kol., 2014; Wiseman & Chatterjee, 2006) a mají rychlejší hlavu hole při kontaktu s míčem než hráči s nižší výkonností (Keogh a kol., 2009; Watanabe a kol., 1998). Rychlost hlavy hole je hlavním determinantem vzdálenosti letu míče a je tak nejdůležitějším parametrem pro délku odpalů (Fradkin a kol., 2004a; Hume a kol., 2005). Rychlost hlavy hole silně koreluje s výkonnostní úrovní hráče u amatérských hráčů golfu (HCP; Coughlan a kol., 2020: $-0,50$, $p < 0,01$ - muži; Keogh a kol., 2009: $r = -0,80$, $p < 0,01$; Leary a kol., 2012: $r = -0,52$, $p = 0,04$; Sheehan a kol., 2019: $r = -0,46$, $p < 0,05$). Pro hodnocení kondičních testů i prokázání účinnosti kondičních intervencí slouží rychlost hlavy hole jako ukazatel indikující efektivitu produkce energie při golfovém švihu.

2.3.2.1. Silové schopnosti

„Silové schopnosti jsou definovány jako schopnost překonávat, či udržovat vnější odpor svalovou kontrakcí“ (Perič & Dovalil, 2010, s. 16), a v některých disciplínách, jako je vrh koule nebo vzpírání, jsou hlavním determinantem úspěchu. V golfu jsou silové schopnosti úzce spojeny s herní výkonností (HCP) a také s výkonností během golfového švihu, především s maximální rychlostí hlavy hole, která se vyskytuje při kontaktu hole s míčem. Rychlost hlavy hole má silný vztah s různými typy svalové kontrakce (izometrická, izotonická), a také různým rychlostním projevem svalu jako je maximální (Wells a kol., 2019), výbušná (Sorbie a kol., 2021), rychlá (Hellström, 2008), a vytrvalostní síla (Wells a kol., 2009). Například Hellström (2008) zkoumal vztah rychlosti hlavy hole a obecných testů svalové síly jako je klik na bradlech, shyb na hrazdě a sed-lehy. Ačkoliv v absolutních hodnotách (počet opakování) nenašel žádný vztah s rychlostí hlavy hole, v relativních hodnotách (vzhledem k tělesné hmotnosti) našel významný vztah mezi kliky na bradlech ($r = 0,35$, $p < 0,05$), sed-lehy ($r = 0,43$, $p < 0,05$) a rychlostí hlavy hole u elitních amatérských golfistů (HCP: +5 až 0). Tyto výsledky ukazují, že lepší výkonnost v golfu je spojená s vyšší obecnou svalovou silou a to nejen u elitních, ale i rekreačních golfistů (Loock a kol., 2013a).

Ačkoliv se může zdát, že golfový švih je především dominantní na práci horních končetin a trupu, dolní končetiny jsou iniciátorem veškerého pohybu, protože jsou jako jediné v kontaktu s podložkou. V golfovém švihy se vyskytuje rychlý vertikální pohyb těžiště těla jak směrem nahoru, tak směrem dolů. Ačkoliv golfista při golfovém švihy nevyskočí, generuje při něm velký moment síly (Han, Como, Kim, Lee, a kol., 2019). Dřep hodnotící sílu dolních končetin silně koreluje s rychlostí hlavy hole (Ehlert, 2020a: $r = 0,63$; Hellström, 2008: $r = 0,54$, $p < 0,01$; Torres-Ronda a kol., 2014). Mnoho studií také ukazuje silný vztah různých druhů vertikálních výskoků a rychlostí hlavy hole. Wells a kol. (2009) našli významnou korelaci mezi výškou vertikálního výskoku bez pomoci paží ($r = -0,59$, $p < 0,05$) a výkoností v golfu – počet ran za kolo. Později Wells a kol. (2018) rozšířili výzkum o další druhy vertikálních výskoků a našli silný vztah mezi pozitivním impulsem při vertikálním výskoku bez pomoci paží ($r = 0,79$, $p < 0,001$), z podřepu ($r = 0,69$, $p < 0,001$) i po seskoku ($r = 0,56$, $p < 0,01$) a rychlostí hlavy hole u elitních amatérských golfistů (HCP: < 5). Výskok bez pomoci paží vysvětluje 39,9 % variace rychlosti hlavy hole u profesionálních golfistů (Wells a kol., 2019). Autoři naznačují, že maximální síla má důležitý vztah s rychlostí hlavy hole a herní výkonností v golfu. To ukazují i Read a kol. (2013), kteří našli významný vztah mezi výškou výskoku (bez pomoci paží: $r = 0,44$, $p < 0,05$; z podřepu: $r = 0,50$, $p < 0,01$), maximálním výkonem u výskoku (bez pomoci paží: $r = 0,54$, $p < 0,01$; z podřepu: $r = 0,53$, $p < 0,01$) a rychlostí hlavy hole u elitních amatérských golfistů (HCP: $5,8 \pm 2,2$). Lewis a kol. (2016) také našli významnou korelaci mezi vertikálním výskokem z podřepu ($r = 0,82$, $p < 0,01$) a rychlostí hlavy hole u profesionálních hráčů golfu. U elitních juniorských golfistů (HCP: $1,8 \pm 2,4$), Coughlan a kol. (2020) našli významnou korelaci mezi vertikálním výskokem bez pomoci paží ($r = 0,41$, $p < 0,01$) a rychlostí hlavy hole. Hellström (2008) uvádí, že výška výskoku při vertikálním výskoku s pomoci paží ($r = 0,45$, $p < 0,01$), bez pomoci paží ($r = 0,47$, $p < 0,01$) i z podřepu ($r = 0,45$, $p < 0,01$) významně koreluje s rychlostí hlavy hole u elitních amatérských golfistů (HCP: $+5$ až 0), nicméně maximální výkon u všech výskoků dosáhl vyšší korelace (s pomoci paží: $r = 0,61$, $p < 0,01$; bez pomoci paží: $r = 0,61$, $p < 0,01$; z podřepu: $r = 0,61$, $p < 0,01$). Wells a kol. (2022) uvádí, že většina kinetických parametrů u vertikálního výskoku bez pomoci paží jako je celkový impuls ($r = 0,69$), pozitivní impuls ($r = 0,70$), průměrný výkon ($r = 0,65$), maximální výkon ($r = 0,66$) a maximální síla ($r = 0,52$) mají silný a významný vztah ($p < 0,01$) s rychlostí hlavy hole, avšak kromě výšky výskoku ($r = 0,17$, $p > 0,01$). Upozorňuje tedy, že výška výskoku není validní parametr vertikálního výskoku, protože hráči produkující více síly nemusí nutně prokázat vyšší výšku výskoku. Především doporučuje používat impuls výskoku jako parametr příčiny a následku. Je zde nutné podotknout, že Leary a kol. (2012) vztahy mezi

rychlostí hlavy hole a kinetickými parametry vertikálního výskoku nepotvrdili u rekreačních golfistů (HCP: $14,5 \pm 7,3$).

Předešlé studie se zabývaly i jinými testy na svalovou sílu dolních končetin, například vztahem vertikálních výskoků na jedné noze a rychlostí hlavy hole, ale výsledky těchto studií neukazují jednoznačný vztah těchto parametrů jako obou nožný vertikální výskok. Wells a kol. (2009) našel významnou korelaci mezi vertikálním výskokem na jedné noze ($r = -0,64$, $p < 0,01$) a výkonností v golfu – počet ran za kolo, ačkoliv Read a kol. (2013) tento vztah nepotvrdili na dominantní ani nedominantní končetině u elitních amatérských golfistů (HCP: $5,8 \pm 2,2$). Ani u elitních juniorských golfistů (HCP: $1,8 \pm 2,4$), Coughlan a kol. (2020) nenašli významný vztah mezi vertikálním výskokem na jedné noze a rychlostí hlavy hole. Studie od Sell a kol. (2007) zjistila, že golfisté s HCP pod 0 měli významně větší sílu v abdukci a addukci kyčle než golfisté s HCP od 0 do 10 a také golfisté s HCP od 10 do 20. Keogh a kol. (2009) našel významný vztah mezi testem snožného tlaku dolními končetinami na odporovou desku v leže (tzv. „leg press“; $r = 0,53$, $p < 0,05$) a rychlostí hlavy hole. Izometrický tah (tzv. „isometric mid-thigh pull“) je testem hodnotícím sílu dolních končetin, zad i paží a Wells a kol. (2018) našli významný vztah mezi maximální silou u izometrického tahu a rychlostí hlavy hole ($r = 0,48$, $p < 0,01$), nicméně Leary a kol. (2012) tento vztah nepotvrdili. Systematicky přehledová studie od Ehlert (2020a) ukázala významnou celkovou korelaci mezi svalovou silou dolních končetin a rychlostí hlavy hole ($r = 0,46$) a také mezi výbušnou silou dolních končetin a rychlostí hlavy hole ($r = 0,38$). Tato přehledová studie tedy dokazuje silný vztah svalové síly dolních končetin různých kontrakcí a svalových projevů a ukazatelem produkce energie v průběhu golfového švihů – rychlostí hlavy hole.

Energie, kterou golfista vytvoří pomocí interakce dolních končetin a země, je nutné efektivně přesunout skrze horní polovinu těla a paží do samotné golfové hole, a proto se předpokládá vysoká svalová úroveň horní části těla. Například studie od Keogh a kol. (2009) zjistila, že výkonnostně lepší golfisté (HCP: $0,3 \pm 0,5$) dosahují významně lepších výsledků v soupažném tlaku v lehu na rovné lavici s velkou činkou (tzv. „bench press“) než výkonnostně horší golfisté (HCP: $20,3 \pm 2,4$). Bench press významně koreluje s rychlostí hlavy hole ($r = 0,50$, $p < 0,05$; Keogh a kol., 2009) i u juniorských hráčů golfu (Torres-Ronda a kol., 2014). Také dynamická modifikace bench presu silně koreluje s rychlostí hlavy hole ($r > 0,57 - 0,62$) u amatérských golfistů (HCP: $6,1 \pm 4,9$; Sorbie a kol., 2021). Gordon a kol. (2009) našli významnou korelaci mezi silou hrudníku ($r = 0,69$, $p < 0,05$) a rychlostí hlavy hole u elitních amatérských golfistů (HCP: $4,9 \pm 2,9$). Wells a kol. (2009) našli významnou korelaci mezi

přítahy na hrazdě ($r = -0,64$, $p < 0,01$), kliky ($r = -0,49$, $p < 0,01$) a výkoností v golfu – počet ran za kolo. U juniorských golfistů Coughlan a kol. (2020) nenalezli významný vztah mezi přítahy na hrazdě ani kliky a rychlostí hlavy hole. I síla paží je důležitá k produkci rychlosti hlavy hole při golfovém švih. Například Wells a kol. (2009) našli významnou korelaci mezi silou stisku dominantní ($r = -0,68$, $p < 0,01$) i nedominantní ruky ($r = -0,71$, $p < 0,01$) a výkoností v golfu – počet ran za kolo. Hellström (2008) našel významný vztah mezi silou stisku pravé ruky ($r = 0,36$, $p < 0,05$) a rychlostí hlavy hole, ačkoliv relativní hodnoty (vzhledem k tělesné hmotnosti) ukazovali nízké a nevýznamné korelace.

Rotační síla trupu významně koreluje s rychlostí hlavy hole ($r = 0,54$, $p < 0,05$) u elitních amatérských golfistů (HCP: $4,9 \pm 2,9$; Gordon a kol., 2009). Keogh a kol. (2009) zjistili, že výkonnostně lepší golfisté (HCP: $0,3 \pm 0,5$) dosahují významně lepších výsledků v rotačním tažení kladky (speciální golfové cvičení) než výkonnostně horší golfisté (HCP: $20,3 \pm 2,4$) a rotační tažení kladky silně a významně koreluje s rychlostí hlavy hole ($r = 0,71$, $p < 0,01$). Studie od Sell a kol. (2007) zjistila, že golfisté s HCP pod 0 měli významně větší sílu v pravo-levé i levo-pravé rotaci trupu než golfisté s HCP od 0 do 10 a také golfisté s HCP od 10 do 20. Golfisté s HCP pod 0 také měli významně větší sílu vnitřní rotace pravého ramena a vnější rotaci pravého a levého ramena než golfisté s HCP od 10 do 20. To dokazuje i Looock a kol. (2013b) který našli silný vztah mezi silou zad v bederní oblasti a rychlostí hlavy hole ($r = 0,56$) u rekreačních golfistů. Odhody medicinbalu slouží k hodnocení výbušné rotační síly trupu a jejich různé variace korelují s rychlostí hlavy hole. Například Lewis a kol. (2016) našli významnou korelaci mezi odhodem medicinbalu v sedu ($r = 0,71$, $p < 0,05$) a rychlostí hlavy hole u profesionálních hráčů golfu. Nicméně významný vztah mezi odhodem medicinbalu pomocí rotace a rychlostí hlavy hole prokázán nebyl u profesionálních golfistů. U elitních amatérských golfistů (HCP: $5,8 \pm 2,2$), Read a kol. (2013) našli významný vztah mezi odhodem medicinbalu v sedu ($r = 0,67$, $p < 0,01$), odhodem medicinbalu pomocí rotace ($r = 0,63$, $p < 0,05$) a rychlostí hlavy hole. Coughlan a kol. (2020) našli významnou korelaci mezi odhodem medicinbalu v sedu doprava ($r = 0,61$, $p < 0,01$) i doleva ($r = 0,67$, $p < 0,01$), odhodem medicinbalu rotací doprava ($r = 0,62$, $p < 0,01$) i doleva ($r = 0,71$, $p < 0,01$) a rychlostí hlavy hole u elitních juniorských golfistů (HCP: $1,8 \pm 2,4$). To potvrdila i studie od Torres-Ronda a kol. (2011) zabývající se juniorskými hráči golfu, která našla významný vztah mezi odhodem medicinbalu pomocí rotace a rychlostí míče. Systematicky přehledová studie od Ehlert (2020a) ukázala významnou celkovou korelaci mezi svalovou silou horní části těla a rychlostí hlavy hole ($r = 0,41$) a také mezi výbušnou silou horní části těla a rychlostí hlavy hole ($r = 0,51$). Výše

uvedené studie dokazují, že různé druhy svalové síly mají významný vztah s rychlostí hlavy hole. Nicméně je nutné podotknout, že interpretované závěry jsou na základě průřezových studií.

Průřezové studie našly významné vztahy mezi silovými schopnostmi a rychlostí hlavy hole a také ukázaly, že výkonnostně lepší golfisté dosahují vyšší svalové síly. Vznikají také intervenční studie, které zjišťují vliv kondičního tréninku na výkonnost v golfu a na ukazatel efektivity golfového švihy, tedy se snaží zrychlit rychlost hlavy hole při kontaktu s míčem. Obecně intervenční programy prokázaly svoji účinnost na zrychlení hlavy 4 – 6,4 %. Nejčastějšími intervencemi je kombinace silového tréninku, plyometrie, protahování a posílení středu těla (Ehlert, 2020b). Například i intervenční program zaměřený na zahřátí a rozcvičení před hrou golfu pozitivně ovlivňuje golfovou výkonnost. Konkrétně rychlost hlavy hole, kde ve studii od Fradkin a kol. (2004b) došlo o zlepšení o 24 % během 7 týdnů. Navíc studie od Coughlan a kol. (2018) ukázala, že kombinace dynamického rozcvičení a rozcvičení s holí má významný intervenční vliv na rychlost hlavy hole u elitních juniorských golfistů (HCP: $1,8 \pm 2,8$), což je v souladu s předchozími studiemi od Moran a kol. (2009). Lephart a kol. (2007) zkoumali vliv 8 týdenního speciálního golfového kondičního programu na fyzickou výkonnost, golfovou herní výkonnost a výkonnost golfového švihy u amatérských golfistů (HCP: $12,1 \pm 6,4$). Program měl významný vliv ($p < 0,05$) na fyzickou výkonnost hráčů (síla a koordinace) a na zlepšení golfového švihy především v rychlosti rotace trupu. Hráči se významně zlepšili ($p < 0,001$) jak v průměrné rychlosti hlavy hole (5,2 %), v rychlosti míče (5,0 %) tak i v délce letu míče (7,7 %). Bull a Bridge (2012) zkoumali vliv 8 týdenního kondičního programu zaměřeného na plyometrická cvičení u elitních amatérských golfistů (HCP: $3,3 \pm 1,6$). Výsledky zjistily pozitivní vliv intervence u experimentální skupiny na zvýšení rychlosti paží a rukou při golfovém švihy. Fletcher a Hartwell (2004) zkoumali vliv 8 týdenního kondičního tréninku specializovaného na těžkoatletickou a plyometrickou metodou u elitních amatérských golfistů (HCP: $5,5 \pm 3,7$). Výsledky ukázaly, že se experimentální skupina významně zlepšila v rychlosti hlavy hole (1,5 %) a také v délce letu míče (4,3 %) zato u kontrolní skupiny nedošlo k významné změně. Weston a kol. (2013) zkoumali vliv 8 týdenního programu zaměřeného na střed těla u amatérských golfistů (HCP: $11,2 \pm 6,1$). Studie ukázala pouze malé zlepšení rychlosti hlavy hole, avšak významný rozdíl mezi experimentální a kontrolní skupinou. Sung a kol. (2016) zkoumali vliv 8 týdenního tréninkového programu specializujícího na sílu středu těla a sílu nedominantní paže u elitních amatérských golfistů (HCP < 3). Výsledky ukázaly, že skupina s tréninkem síly středu těla a nedominantní paže se významně více zlepšila v délce letu míče (9,8 %) než skupina s tréninkem pouze síly středu těla (5 %) a než kontrolní skupina (0,4

%). Parker a kol. (2017) zkoumali vliv 9 týdenního izokinetického rotačního tréninkového programu u elitních amatérských golfistů ($HCP < 3$). Výsledky ukázaly, že trénink měl pozitivní významný vliv na biomechanické parametry golfového švihů a tím se i významně prodloužila délka letu míče, ačkoliv k významnému zvýšení rychlosti hlavy hole nedošlo. Doan a kol. (2006) zkoumali vliv 11 týdenního kondičního tréninku specializovaného na sílu, výbušnost a flexibilitu u vysokoškolských amatérských golfistů (odhadovaný $HCP 0 - 10$, věk: $19,3 \pm 1,5$). Výsledky ukázaly malé, ale významné zvýšení rychlosti hlavy hole (1,6 %), což je v délce letu míče přibližně 4,9 m. Navíc studie podotýká, že kondiční program neměl negativní vliv na stabilitu ani přesnost úderu. Alvarez a kol. (2012) zkoumali vliv 18 týdenního kondičního programu specializovaného na maximální a výbušnou sílu a také na speciální golfové cvičení u elitních amatérských golfistů ($HCP: 2,1 \pm 2,3$). Studie zjistila, že ačkoliv k významnému zlepšení experimentální skupiny v maximální i výbušné síle došlo už po 6 týdnech, k významnému zrychlení rychlosti míče a hlavy hole až po 12 týdnech cvičení (7 %). Driggers a Sato (2018) zkoumali vliv 10 týdenního kondičního programu zaměřeného na vertikální rezistenční cvičení u elitních amatérských hráčů golfu ($HCP < 3$) a zjistil významný zlepšení v rychlosti míče (1,9 %) a v délce letu míče (2,1 %). Redondo a kol. (2020) zabývající se elitními juniorskými golfisty ($HCP: 0,3 \pm 1,0$) zjistili, že intervenční program kombinovaný z rezistentních a vytrvalostních cvičení (tzv. „concurrent training“) před golfovou hrou má pozitivní vliv na rychlost míče. Oranchuk a kol. (2020) se také zabývali elitními juniorskými golfisty a zkoumal vliv 8 týdenního silově-výbušného programu. Výsledky ukázaly významný rozdíl ve zrychlení rychlosti hlavy hole (3,2 %) oproti kontrolní skupině. Ačkoliv většina studií ukazuje významný vliv kondičního tréninku na produkci energie v průběhu golfového švihů, studie od Olivier a kol. (2016) zabývající se vlivem 7 týdenního kondičního tréninku u amatérských golfistů ($HCP: 8,6 \pm 8,3$) nenalezla významné zlepšení v rychlosti hlavy hole ani délce letu míče. Autoři tedy poukazují, že kondiční trénink pouze jednou týdně nebude dostačující ke zlepšení švihových parametrů. Nicméně obecně lze shrnout, že kondiční trénink má významný vliv na parametry rychlosti míče a hlavy hole.

2.3.2.2. Rychlostní schopnosti

„Rychlostní schopnosti jsou definovány jako krátkodobé činnosti, při nichž je úkolem překonat krátkou vzdálenost co v možná nejkratší době a s co nejvyšší intenzitou“ (Perič & Dovalil, 2010, s. 16). Golf není činnost s cyklickým charakterem jak například běh nebo jízda na kole. Nicméně Hellström (2008) našel významný vztah mezi průměrným výkonem při sprintu na 10 m ($r = 0,49$, $p < 0,01$) a 20 m ($r = 0,53$, $p < 0,01$) a rychlostí hlavy hole u elitních

amatérských golfistů (HCP: +5 až 0), nicméně čas při obou sprintech s rychlostí hlavy hole nesouvisel ($r < 0,3$, $p > 0,05$). Sorbie a kol. (2021) našli významnou korelaci mezi Wingate testem na horní končetiny ($r = 0,57 - 0,80$) a rychlostí hlavy hole u amatérských golfistů (HCP: $6,1 \pm 4,9$). Williams a kol. (2022) zkoumali vliv 3 týdenního kondičního programu zaměřeného na trénink rychlosti u horních končetin u elitních amatérských golfistů (HCP: $5,5 \pm 2,8$). Významný vliv tréninku na výkonnost v golfovém švih se neprokázal, ačkoliv probandi zvýšili rychlost míče (1,4 %) i délku letu míče (2,2 %). Golfový švih je acyklický pohyb, při kterém se určité segmenty těla pohybují od začátku do konce pohybu co nejrychleji. Například rychlost rotace pánve a trupu silně koreluje s rychlostí hlavy hole (Han, Como, Kim, Hung, a kol., 2019; Kwon a kol., 2013). Tyto rychlostní schopnosti při acyklických pohybech jsou však silně navázány na silové schopnosti a jsou často nazývány jako rychlostně-silové schopnosti (Havličková, 1999). Ty se projevují při pohybech překonávajících odpor a vyžadujících maximální zrychlení a souvisí jak s maximální tak s výbušnou silou (Dovalil, 2002).

2.3.2.3. Vytrvalostní schopnosti

„Vytrvalostní schopnosti jsou definovány jako schopnost překonávat únavu neboli dlouhodobě vykonávat pohybovou činnost určité intenzity“ (Perič & Dovalil, 2010, s. 16). Golfový švih je krátkodobý pohyb, při kterém se vytrvalostní schopnosti neprojevují. Wells a kol. (2009) našel významný vztah mezi výsledkem v Léger testu (predikované VO₂max; Léger & Gadoury, 1989) a výkonností v golfu, autoři se však domnívají, že výsledky naznačují spíše vztah obecné zdatnosti, než spojení s aerobními vytrvalostními schopnostmi, jelikož ty s generováním rychlosti hlavy hole v předchozích výzkumech nebyly spojovány. To potvrzuje i Loock a kol. (2013a), který nenašel významný vztah mezi 3 minutovým chodeckým testem (YMCA step-test; American College of Sports Medicine a kol., 2022) a rychlostí hlav hole u rekreačních golfistů. Nicméně celková golfová hra je aerobní činnost, ve které je zatížení závislé na délce a počtu jamek, terénním typem hřiště (rovinné, kopcovité) a typem přepravy holí (nošení holí, vození holí nebo vození holí i hráče – e-cart; Magnusson, 1998). V průměru ale golfová hra trvá 4-6 hodin, při které hráč průměrně nachodí až 8 km. Z pohledu vytrvalostních schopností je tedy vyžadovaná určitá úroveň vytrvalosti statické pro udržení kvality postoje a pohybového projevu. Golfisté dosahují hodnot VO₂max. okolo 45,7 mL/min/kg, což je srovnatelné s normální populací (Pheasey, 2008). Můžeme tak vyvodit, že ačkoliv vytrvalostní schopnosti nejsou spojeny s rychlostí hlavy hole, je u elitních golfistů vyžadována dostatečná úroveň obecné zdatnosti. Je také důležité podotknout, že chození po

golfovém hřišti má významný vliv na zdraví člověka (Luscombe a kol., 2017; Parkkari a kol., 2000; Schwenk, 2001).

2.3.2.4. Koordinační schopnosti

Vytrvalostní schopnosti jsou definovány jako komplex pohybových schopností lehce a účelově koordinovat vlastní pohyby, přizpůsobit je měnícím se podmínkám, provádět složitou pohybovou činnost, rychle si osvojit nové pohyby (Perič & Dovalil, 2010). Pod pojmem koordinace se však nalézají další podjednotky jako je schopnost spojování pohybů, orientační schopnost, schopnost rozlišení polohy jednotlivých částí těla, rovnovážné schopnosti, rytmické schopnosti atd. Green a kol. (2015) zjistili, že koordinace oko-ruka má významný vztah s délkou letu míče ($r = -0,6$) u amatérských golfistů (HCP: 11 ± 6). Výzkum se především týkal rovnovážných schopností. Například Sell a kol. (2007) zjistili, že golfisté s HCP pod 0 měli významně lepší stoj na jedné noze s otevřenýma očima než golfisté s HCP od 0 do 10 a také golfisté s HCP od 10 do 20. Wells a kol. (2009) nenalezli významný vztah mezi stoji na jedné noze a výkonností v golfu – počet jamkovišť v regulaci ($r = -0,41$). Green a kol. (2015) našli významný vztah mezi stojem na obou nohách ($r = 0,56$), pravé ($r = 0,62$) i levé ($r = 0,49$) dolní končetině a délkou letu míče u amatérských golfistů (HCP: 11 ± 6). Naopak Looock a kol. (2013a) nenalezli významný vztah mezi rovnováhou (Biodex Balance System) a rychlostí hlavy hole u rekreačních golfistů. Díky neshodným závěrům minulých studií je zatím teorie ohledně rovnovážných schopností u golfistů nejasná.

2.3.2.5. Pohyblivostní schopnosti

„Pod termínem pohyblivost chápeme předpoklady pro rozsah pohybů v jednotlivých kloubech, neboli schopnost vykonávat pohyby ve velkém kloubním rozsahu“ (Perič & Dovalil, 2010, s. 16). Keogh a kol. (2009) nenalezli významný vztah mezi rozsahem pohybů a rychlostí hlavy hole a ani nenalezl, že by výkonnostně lepší golfisté (HCP: $0,3 \pm 0,5$) dosahovali lepší flexibility než výkonnostně horší golfisté (HCP: $20,3 \pm 2,4$). Naopak Sell a kol. (2007) zjistili, že golfisté s HCP pod 0 měli významně vyšší rozsah pohybu v oblasti ramene než golfisté s HCP od 0 do 10 a také golfisté s HCP od 10 do 20. Wells a kol. (2009) našli významný vztah mezi testem flexibility předklon v sedu a rychlostí míče ($r = -0,41$). Systematicky přehledová studie od Ehlert (2020a) ukázala celkovou zanedbatelnou korelaci mezi flexibilitou a rychlostí hlavy hole ($r = 0,03$). Gulgin a kol. (2014) našli signifikantní vztahy mezi chybami v golfovém švihy a pohybovými limitacemi (flexibilita a síla) testované baterií od Titleist Performance Institute (TPI) a především upozorňují, že zkrácení zadního stehenního svalu vede ke k chybám v golfovém švihy. Celkový výsledek testová baterie TPI silně koreluje

s hendikepem ($r = -0,78$), rychlostí hlavy hole ($r = 0,70$) i rychlostí míče ($r = 0,67$) a také jednotlivé testy mají silný vztah s výkonnostními parametry v golfu. Specifická pohyblivost v golfu, tj. rozsah pohybů při golfovém švihů silně koreluje s rychlostí hlavy hole (Lephart a kol., 2007; Smith a kol., 2011).

2.3.3. Technické faktory

„Technikou se rozumí účelný způsob řešení pohybového úkolu, který je v souladu s možnostmi jedince, s biomechanickými zákonitostmi pohybu a uskutečňuje se na základě neurofyziologických mechanismů řízení pohybu“ (Perič & Dovalil, 2010, s. 13). Rozvoj techniky je stále primárním cílem golfové výuky především u rekreačních golfistů ale i u těch profesionálních. V minulosti se především napodoboval technický model úspěšných golfistů (Hogan, 1957; Wren, 1990) a byla snaha aplikovat tento model na všechny golfisty (Bradshaw a kol., 2009). Dnešní golfová technika se opírá především o biomechanické zákonitosti golfového švihů i pohybu hole a míče.

2.3.3.1. Biomechanika pohybu golfové hole a letu míče

Let míče je určován kinematikou hlavy hole při kontaktu s míčem a tyto determinanty jsou označovány jako "impaktové faktory" a jsou definovány v Tabulce 5 (Sweeney a kol., 2013). Tyto faktory přímo ovlivňují vzdálenost a trajektorii letu míče. Vzdálenost letu míče je určena počáteční rychlostí míče po kontaktu hlavy hole s míčem (tzv. ball speed), vertikálním vzletovým úhlem (tzv. launch angle; vertikální úhel, pod kterým míč startuje vzhledem k horizontu) a mírou rotace míče (tzv. spin rate; počet rotací golfového míče bezprostředně po oddělení od úderové plochy hlavy hole). Rychlost míče je přímo závislá na rychlosti hlavy hole před kontaktem s míčem tzv. clubhead speed (CHS) a na kvalitě kontaktu mezi holí a míčem (tzv. smash factor; poměr mezi rychlostí míče a hlavy hole). Vertikální vzletový úhel je ze 70-80 % ovlivněn dynamickým loftem (vertikální úhel líce hlavy hole ve středovém bodě kontaktu hole s míčkem v okamžiku maximální komprese) a z 20-30 % úhlem přiblížení (tzv. attack angle; pohyb hlavy hole nahoru nebo dolů při kontaktu hlavy hole s míčem) v závislosti na typu hole. Míra rotace míče je generována především CHS a rotačním úhlem (úhel mezi dynamickým loftem a úhlem přiblížení; TrackMan, 2022). CHS silně koreluje s výkonnostní úrovní hráče jak u profesionální tak amatérských hráčů golfu (HCP; Coughlan a kol., 2020: $r = -0,50$, $p < 0,01$ - muži; Fradkin a kol., 2004a: $r = -0,95$, $p < 0,01$; Keogh a kol., 2009: $r = -0,80$, $p < 0,01$; Leary a kol., 2012: $r = -0,52$, $p = 0,04$; Sheehan a kol., 2019: $r = -0,46$, $p < 0,05$). Přesnost letu míče je dána počátečním směrem letu míče (počátečním směrem míče vzhledem k cílové čáře) a trajektorií letu míče (křivkou). Počáteční směr míče je v závislosti na typu hole

ze 70-85 % ovlivněn úhlem líce hlavy hole (tzv. face angle; směr, kterým míří líc hole vzhledem k cílové čáře při kontaktu hlavy hole s míčem) a z 15-30 % dráhou hlavy hole (tzv. club path; směr, kterým se hlava hole pohybuje vzhledem k cílové čáře při kontaktu hlavy hole s míčem; Wood a kol., 2018). Ve studii Miura (2002) byl úhel líce hlavy hole nejdůležitějším faktorem počátečního směru letu míče (vysvětloval 82 % rozptylu). Trajektorii letu míče nejvíce ovlivňuje natočení osy míče tzv. „spin axis“ (úhel sklonu vůči horizontu výsledné rotační osy golfového míčku bezprostředně po oddělení od líce hole), která je určena úhlovým rozdílem mezi úhlem líce hlavy hole a dráhou hlavy hole (TrackMan, 2022). Brožka a kol. (2022) zjistili u amatérských hráčů golfu silný vztah mezi dlouhodobou herní výkonností (hendikepem) a úhlem líce hlavy hole, kdy ostatní faktory ovlivňující přesnost letu míče s hendikepem nekorelovali. Úroveň některých impaktových faktorů se mezi holemi liší, jelikož jsou různé také jejich technické specifikace. Pro železa platí, že čím je hůl delší, tím má nižší loft, nižší dynamický loft, nižší vzletový úhel, nižší míru rotace míče, naopak tím vzrůstá rychlost hlavy hole, kvalita kontaktu mezi holí a míčem a rychlost míče. Obecně tedy platí, že s delší holí míč letí delší vzdálenost, pokud hráč aplikuje stejnou sílu (McCloy a kol., 2006).

Tabulka 5: Definice vybraných impaktových faktorů

Parametr	Definice
Rychlost míče	rychlost gravitačního středu golfového míče bezprostředně po oddělení od líce hole
Vzletový úhel	vertikální úhel, pod kterým míč startuje vzhledem k horizontu
Rotace míče	počet rotací golfového míče bezprostředně po oddělení od líce hole
Rychlost hlavy hole	lineární rychlost geometrického středu hlavy hole těsně před kontaktem s míčem
Kvalita kontaktu	poměr mezi rychlostí míče a hlavy hole
Dynamický loft	vertikální úhel líce hlavy hole ve středovém bodě kontaktu líce hole s míčem
Úhel přiblížení	pohyb hlavy hole nahoru nebo dolů při kontaktu s míčem
Úhel líce hlavy hole	směr, kterým míří líc hole vzhledem k cílové čáře při kontaktu s míčem
Dráha hlavy hole	směr, kterým se hlava hole pohybuje vzhledem k cílové čáře při kontaktu s míčem
Natočení osy míče	úhel sklonu vůči horizontu výsledné rotační osy golfového míčku bezprostředně po oddělení od líce hole

Legenda: Definice z TrackMan (2022)

Profesionální a elitní golfisté dosahují vysoké úrovně některých impaktových parametrů (Tabulka 6). Například dosahují vysoké rychlosti hlavy hole, vysoké kvality kontaktu mezi holí a míčem a vysoké rychlosti míče což v kombinaci s nízkou mírou rotace míče a vzletovým úhlem v důsledku znamená dlouhou délku letu míče (Brožka, Kotrba, a kol., 2023, v recenzním řízení; Johansson a kol., 2015). U parametru dynamický loft, vzletový úhel, úhel líce hlavy hole a úhel dráhy hlavy hole dosahují zase přesného nastavení parametrů tak, aby trajektorie letu

míče byla taková, jakou požadují. Studie od Johansson a kol. (2015) a Betzler a kol. (2014) ukazují, že výkonnostně lepší golfisté jsou také v impaktových faktorech více konzistentní, ačkoliv naše nedávná studie (Brožka, Kotrba, a kol., 2023, v recenzním řízení) nenalezla ve variabilitě impaktových faktorů rozdíl mezi profesionálními (status PRO nebo HCP pod +0.5), elitními (HCP: +0.4 – 4.9) a výkonnostními golfisty (HCP: 5.0 – 12.2).

Tabulka 6: Impaktové faktory profesionálních a amatérských hráčů golfu s driverem

	Rychlost míče	Vzletový úhel	Rotace míče	Rychlost hlavy hole	Kvalita kontaktu	Úhel přiblížení
Profesionální hráč	172,4 ± 5,8 mph	10,3 ± 1,4 °	2592 ± 150 rpm	115,0 ± 4,0 mph	1,50 ± 0,01	-1,3 ± 0,5 °
Amatérský hráč	138,2 ± 11,4 mph	14,1 ± 3,7 °	3362 ± 980 rpm	99,0 ± 5,4 mph	1,44 ± 0,02	-0,5 ± 3,1 °

Legenda: Analýza 193 hráčů profesionálních hráčů na PGA Tour (2021-2022; PGA Tour, 2023a) a 8 amatérských hráčů (2018; Brožka, Kotrba, a kol., 2023, v recenzním řízení)

Z výše uvedených determinantů trajektorie letu míče a jejich vzájemné nastavení můžeme vydefinovat 9 základních trajektorií: 1. „hook“ (míč startuje po cílové linii a točí zprava-doleva), 2. „rovná trajektorie“ (míč startuje po cílové linii a letí rovně), 3. „slice“ (míč startuje po cílové linii a točí zleva-doprava), 4. „push“ (míč startuje vpravo od cílové linie a letí rovně), 5. „push-hook“ (míč startuje vpravo od cílové linie a točí zprava-doleva), 6. „push-slice“ (míč startuje vpravo od cílové linie a točí zleva-doprava), 7. „pull“ (míč startuje vlevo od cílové linie a letí rovně), 8. „pull-hook“ (míč startuje vlevo od cílové linie a točí zprava-doleva), a 9. „pull-slice“ (míč startuje vlevo od cílové linie a točí zleva-doprava). Z těchto trajektorií můžeme pouze „rovnou trajektorii“ označit za správnou, pokud hráč v základní pozici míří přímo na cíl. Ostatní trajektorie jsou často považovány za chybu a míč při nich nekončí v blízkosti cíle. Pokud však hráč v základní pozici mířil mimo cíl, je možné že míč přesto zahrál na cíl. Studie od Johansson a kol. (2015) ukázala, že výkonnostně lepší hráči hrají více rovné rány. Nicméně někteří elitní hráči záměrně nehrají rovné rány a to z důvodu náročnosti rány (lépe se jim hrají točené rány) anebo z důvodu nutnosti ránu tzv. tvarovat kvůli obstřelu překážky, či strategicky po větru k dosažení delší vzdálenosti letu míče. Z toho důvodu definujeme ještě dvě trajektorie letu míče, které jsou však úmyslné 1. „fade“ (míč startuje mírně vlevo od cílové linie, točí zleva-doprava a tím je jeho koncová pozice u cíle) a 2. „draw“ (míč startuje mírně vpravo od cílové linie, točí zprava-doleva a tím je jeho koncová pozice u cíle). Tvar trajektorie letu míče je ovlivněn taktikou hráče a především jeho preferencí. Určitý pohybový styl je často spojen s určitou trajektorií letu míče (Robertson a kol., 2012).

U patování je počáteční směr míče nejvíce ovlivněn úhlem líce hlavy hole (80 %), dráhou hlavy hole (17 %) a kvalitou zasažení (3 %; Karlsen a kol., 2008; Pelz, 2000). Počáteční rychlost míče je přímo závislá na rychlosti hlavy hole patru při kontaktu s míčem, vertikální dráhou hlavy hole a kvalitou zasažení, které ovlivňuje množství energie přenesené z hlavy hole na míč (Sim & Kim, 2010). Pro dosažení konzistentní vzdálenosti kutálení míče je nejdůležitější nízká variabilita rychlosti hlavy hole v impaktu (Delay a kol., 1997; Karlsen & Nilsson, 2008a). Variabilita směru patovacího úderu silně koreluje s hendikepem, to znamená, že čím vyšší stabilita směru, tím vyšší výkonnost (Karlsen a kol., 2008).

2.3.3.2. Biomechanika pohybu hráče

Obecně lze říct, že golfový švih musí mít rychlost, přesnost a schopnost se stabilně opakovat. Ačkoliv je golfový švih komplexní a složitý pohyb, k pochopení základních biomechanických principů si jej zjednodušíme. Při připuštění, že lidské tělo se skládá z fixních segmentů (kostí), které se pohybují kolem středu otáčení tzv. pivotů (klouby) můžeme golfový švih nazvat pákovým pohybem. Například patování jako biomechanicky nejjednodušší pohyb v golfu je jedno-pákový pohyb, ve kterém se páka skládá z ramenních kloubů, paží a golfové hole, které se otáčí kolem fixního pivotu (střed otáčení; McLaughlin & Best, 1994). Stejným způsobem funguje i golfová dovednost chip. Naopak všechny ostatní dovednosti jako je například pitch a plný švih, které vyžadují, aby míč letěl delší vzdálenost, využívají dvoj-pákový pohyb. Horní páku tvoří ramenní klouby a paže, které jsou pomocí zápěstí (pohyblivý pivot) spojené s dolní pákou tvořenou golfovou holí. Dolní páka se otáčí kolem zápěstí. Horní páka se otáčí kolem pivotu, který je na vrcholu náprahu přibližně ve středu hrudníku (Cochran & Stobbs, 1968). Ačkoliv teorie v minulosti preferovala, aby se pivot po dobu švihů nehýbal, novodobá teorie poukazuje na vertikální i laterální pohyb pivotu k dosažení vyšších sil v reakci s podložkou. V průběhu golfového švihů se celý pákový systém pohybuje kolem středu otáčení, při kterém dochází k otáčivému momentu síly (Kwon a kol., 2021).

Náprah je první a nejpomalejší fází golfového švihů, která trvá od 0,8 do 1,0 sekund (Cabri a kol., 2009). Začíná odtažením hole, kdy se paže a ramena tvořící trojúhelník pohybují se směrem od míčku. Dochází k zatížení zadní dolní končetiny. Postupně se hůl dostává dál od míčku, zvedá se a dochází k rotaci těla kolem vertikální osy. Zalomením zápěstí se hůl dostává do koncové polohy nad hlavou, tzv. vrchol náprahu. V náprahu jsou více aktivní svaly horní poloviny trupu. Aktivita svalů dolní poloviny trupu je menší než 30 % maximální kontrakce (MMT). Svalovou kontrakci provádí tyto svalové partie těla: m. subscapularis (33 % MMT), m. serratus anterior (30 % MMT), m. erector spinae (26 % MMT), mm. obliqui (24 % MMT),

horní (52 % MMT) a střední vlákna (37 % MMT) m. trapezius, m. semimembranosus (28 % MMT) a m. biceps femoris caput longum (27 % MMT; McHardy & Pollard, 2005). Švih k míči, začíná v momentu, kdy hůl mění směr pohybu a je to nejdůležitější fáze golfového švihy pro tvorbu energie, která následně zrychluje rychlost hlavy hole (Joyce, 2017). Během této fáze dochází k využití pákového systému zmíněného výše a hůl se pohybuje maximální rotační a úhlovou rychlostí. Jednotlivé segmenty těla se do švihy k míči zapojují postupně od spodních po horní. Například dolní končetiny jsou aktivní už na konci nápřahu, kdy zatížení přechází ze zadní na přední dolní končetinu. V literatuře se švih k míči dělí na dvě části: fázi vpřed (začíná na vrcholu švihy a končí, když je hůl vodorovně se zemí - raná část prošvihy) a fázi zrychlení (začíná od vodorovné polohy hole po kontakt s míčem - pozdní část prošvihy). Fáze vpřed začíná rotací spojnice kyčlí směrem k cíli a poté se přidává i trup a spojnice ramenních kloubů (Kwon a kol., 2012). V této fázi jsou svaly dolní poloviny těla aktivnější než svaly horní poloviny těla (85.4 % vs. 60.3 % MMT). Zrychluje se tedy horní páka, využívající energie vytvořené během nápřahu. Nejvíce aktivované svaly v prošvihové fázi vpřed jsou: mm. rhomboidei (68 % MMT), střední vlákna m. trapezius (51 % MMT), vastus lateralis (88 % MMT), m. adduktor magnus (63 % MMT), m. pectoralis major (64 % MMT), m. serratus anterior (58 % MMT), m. gluteus maximus (100 % MMT), m. biceps femoris (78 % MMT) a m. semimembranosus (67 % MMT; McHardy & Pollard, 2005). Po fázi vpřed následuje fáze zrychlení, která je neaktivnější fází celého golfového švihy. Svaly horní části těla jsou aktivnější než svaly dolní části těla (79,3 % vs. 62,8 % MMT). Nejvíce aktivované svaly ve fázi zrychlení jsou: m. pectoralis major (93 % MMT), m. levator scapulae (62 % MMT), m. biceps femoris (83 % MMT), m. gluteus maximus (58 % MMT), vastus lateralis (58 % MMT), m. pectoralis major (93 % MMT), m. serratus anterior (69 % MMT), m. obliquus ext. (59 % MMT) a m. gluteus medius (51 % MMT; McHardy & Pollard, 2005). Horní páka zde zpomaluje a předává silové momentum dolní páce. Toto momentum bylo z části tvořeno odstředivou silou, ale také silou vytvořenou svaly těla. Při zrychlení dolní páky se horní páka zpomalí a umožní tak konci dolní páky (hlavy golfové hole) maximální možné rychlosti. Pákový pohyb se v golfovém švihy využívá k násobení odstředivé síly vznikající během pohybu. Proto je v golfovém švihy důležitý rytmus, tempo a načasování, aby k tomuto momentu nejvyšší rychlosti hlavy hole došlo zrovna při kontaktu s míčem. Konečná fáze se rozděluje na brzkou fázi (od kontaktu hole s míčem až po horizontální pozici hole vůči podložce) a pozdější fázi (od horizontální pozice hole vůči podložce až po konec pohybu). V těchto fázích dochází ke zpomalování rychlosti hlavy hole. V brzké fázi po kontaktu s míčem jsou obě paže natažené

vlivem odstředivé síly. Rotace spojnice ramenních kloubů i rotace pánve pokračuje, ale zpomaluje až do konce pohybu, kde trup i pánev jsou otočeny směrem k cíli.

Nejvíce bádáným parametrem v biomechanice golfového švihů je úhlový rozdíl mezi rotací spojnicí ramenních kloubů a rotací kyčlí v horizontální rovině na vrcholu náprahu tzv. „X faktor“ (Bourgain a kol., 2022). Přesněji dochází k rozdílu mezi rameny a kyčlemi a zvyšuje se tak elastická potencionální energie svalů trupu. Jako první vydefinoval parametr McLean (1992), nicméně parametr je stále velice bádáným objektem (Brown a kol., 2013). Několikero studií našlo významný vztah mezi X faktorem a rychlostí hlavy hole (Cheetham a kol., 2001; Y. C. Chu a kol., 2010; Joyce a kol., 2010; Myers a kol., 2008). Například Myers a kol. (2008) našli střední korelaci mezi X faktorem a rychlostí hlavy hole u amatérských hráčů golfu ($r = 0,50$; $p < 0,001$). Gryc, Zahalka, Maly a Hrasky (2013) našli vysokou korelaci X faktoru s rychlostí hlavy hole a poukázali tak na důležitost při produkci energie v průběhu golfového švihů u profesionálních hráčů i u elitních amatérských hráčů juniorského věku. Některé studie však vztah X faktoru s rychlostí hlavy popírají (Ferdinands a kol., 2013), například studie od Kwon a kol. (2013) podotkla, že X faktor ve švihové rovině s rychlostí hlavy hole nesouvisí. Z X faktoru vznikly i další parametry, měřící stejný úhlový rozdíl, ale v jiné fázi golfového švihů, jako je například tzv. „X faktor Strech“ (Cheetham a kol., 2001), který je určený v přechodu z náprahu ke švihů k míči, nebo tzv. „New X-faktor“, určený v momentě kontaktu hlavy hole s míčem. Například Meister a kol. (2011) uvedli, že New X faktor koreluje s rychlostí hlavy hole více než X faktor ($r = 0,94$ vs. $0,90$). Některé studie se zabývaly změnou X faktoru v průběhu golfového švihů, ale zatím teorie neukazuje jednoznačný výsledek (Horan & Kavanagh, 2012; Y. Chu a kol., 2010; Kwon a kol., 2013; Myers a kol., 2008).

Horní i dolní páka se pohybuje po náprahové rovině švihů a rovině švihů k míči, které mají významný vliv na impaktové faktory a následně na délku i směr letu míče. Hogan (1957) jako první uvedl, že hlava hole by se měla pohybovat pod rovinou švihů, což je pomyslná linie od míče skrz rameno ze zadního pohledu na hráče. Následně se další autoři k popisu golfového švihů omezili na 2D rovinu švihů, kde předpokládali, že se trup, paže i golfová hůl pohybují po stejné rovině kolem fixního pivotu (Sprigings & Mackenzie, 2002; White, 2006). To však bylo vyvráceno, kde například Coleman a Rankin (2005) uvádějí, že se hlava hole může pohybovat až o 0,5 metru od 2D roviny švihů. Tyto jednoduché modely byly následně zdokonaleny tak, aby umožnily optimalizaci rychlosti a orientace hlavy hole. Především se jednalo o použití 3D pohybové analýzy k hlubšímu porozumění rovině švihů. Od té doby vzniklo několik studií, které vydefinovaly různé druhy rovin švihů (Kwon a kol., 2012; MacKenzie, 2012), například

od Kwon a kol. (2012), který uvedli tzv. „funkční rovinu švihu“, definovanou z pohybu hlavy hole ve zrychlovací fázi švihu k míči, která počítá jak s parametry hráče, tak hole.

Kinematická sekvence je důležitým pojmem u sportovních dovedností s odhodem objektů jako je hod oštěpem (Whiting a kol., 1991), házená (van den Tillaar & Ettema, 2009) či nadhoz v baseballu (Hong a kol., 2001). U těchto dovedností je cílem maximalizace rychlosti objektu na konci kinematického řetězce, stejně jako u golfového švihu maximalizace rychlosti hlavy hole. Maximální rychlost koncového objektu se získává postupným načasováním maximálních rychlostí jednotlivých segmentů. Čím vzdálenější je segment na řetězci, tím později by k jeho zrychlení mělo dojít. Součástí kinematického řetězce golfového švihu je pánev, trup, spojnice ramenních kloubů, paže, ruce a nakonec hůl. Maximalizace rychlostí jednotlivých segmentů a optimalizace jejich načasování je nezbytná pro dosažení maximální rychlosti hlavy hole při kontaktu s míčem (Cheetham a kol., 2008; Tinmark a kol., 2010). Nicméně výzkum v této oblasti zatím ukázal, že ani profesionální hráči nejsou schopni vyvinout ideální kinematický řetězec, pravděpodobně kvůli krátkému průběhu švihu k míči (okolo 0,3 sec.; MacKenzie & Sprigings, 2009; Neal a kol., 2007; Vena a kol., 2011).

V oblasti patování se výzkumníci zajímali o střed tlakového působení při různých fázích úderu. Například Richardson a kol. (2012) zjistili, že výkonnostně lepší hráči (HCP: $5,4 \pm 2,9$) měli významně nižší celkovou dráhu středu tlakové působení (stabilnější úder) oproti výkonnostně horším hráčům (HCP: $16,6 \pm 0,6$). Delphinus a Sayers (2012) zjistili, že hráči s vyšší úspěšností patovacího úderu mají odlišné pohyby pánve a trupu než méně úspěšní hráči. Především se jednalo o menší flexi a extenzi trupu a celkovou nižší variabilitu provedení. Naopak Richardson a kol. (2018) nenalezli žádný vztah mezi pohybovou variabilitou a výkonností patovacího úderu. Sim a Kim (2010) uvedli, že výkonnostně lepší golfisté (HCP < 10) mají více asymetrický patovací úder oproti začátečníkům. Je obecně známo, že pro úspěšný patovací úder musí být jednoduchý, a jednoduchost z tohoto hlediska znamená stabilní úder bez zbytečných pohybů. To však popírá studie od Lee a kol. (2008), která ačkoliv tvrdí, že pohyb by měl být jednoduchý, ukazuje, že i výkonnostně lepší golfisté pohybují hlavou v průběhu úderu stejně jako výkonnostně horší hráči. Výzkum také zkoumal, zda je pro hráče výhodnější koukat při úderu na jamku či na míč. Moffat a kol. (2018) naznačil, že by patování s pohledem na jamku mohlo být pozitivní vliv, ale další výzkum v této oblasti je potřeba. V ostatních golfových dovednostech je výzkum biomechanických zákonitostí minimální, s výjimkou chipu (Kim a kol., 2017; P. F. Lamb a kol., 2011).

2.3.4. Taktické faktory

Dovednost je často spojená s výběrem správného pohybového řešení a tím se do struktury sportovního výkonu dostává i taktika. „*Taktické dovednosti představují další komplex znalostí, zkušeností a pohybových vzorců, které sportovec využívá pro řešení soutěžních situací*“ (Perič & Dovalil, 2010, s. 15). To zahrnuje znalost pravidel daného sportu, znalost hlavních taktických zásad příslušného sportu, znalost materiálních a klimatických podmínek a možnosti jejich využití a znalost zvolené strategie (Perič & Dovalil, 2010). Do vytváření strategie hry v golfu vstupuje mnoho vnitřních (všeobecná inteligence hráče) i vnějších faktorů jako je počasí (teplota, vlhkost, rychlost a směr větru), vybavení (typ holí a míčku), specifika daného hřiště (délka a tvar jamek, umístění překážek), specifika hřiště v daném turnaji (pozice jamky na jamkovišti, pozice odpališť) či formát hry (na jamky, na rány). Je důležité podotknout, že na strategii hry má vliv i nosič holí („caddy“), který často hráči v této oblasti pomáhá. Výzkum v této oblasti je však velice malý a nebyly nalezeny žádné výzkumy, které by spojovaly taktické dovednosti a výkon hráčů golfu.

2.3.5. Psychologické faktory

Faktory psychické mají zásadní význam v soutěžním golfu, kdy psychika člověka ovlivňuje před i po soutěžní stavy. Ve spojení s výkonem můžeme hovořit o tzv. aktivační úrovni jedince, která ve zjednodušení znamená nabuzení organismu k výkonu. Sportovec dosahuje nejlepších výkonů ve středních hodnotách aktivační úrovně, protože nízká i vysoká aktivační úroveň je spojená s poklesem výkonnosti kvůli trhavým a křečovitým pohybům či ztrátě motivaci (Perič & Dovalil, 2010). Catell (1970) rozdělil psychologické dovednosti na sensorické, pohybové a intelektuální. Sensorické schopnosti a dovednosti jsou v golfovém výkonu důležité, nicméně tato tematika nebyla ve vědecké literatuře zatím zkoumána. Je důležité uvést, že hráč při hře odhaduje vzdálenosti, velikosti překážek a jamkovišť, vnímá celkový prostor a odhaduje vnější podmínky. Všechny tyto činnosti ovlivňují taktické dovednosti a následně i hráčův výkon. Pozornost jako jedna ze sensorických dovedností je v golfu klíčová, protože ačkoliv golfový švih trvá jen několik milisekund, celá golfová hra může trvat několik hodin. Hráč je nucen se po celou dobu soustředit na prováděný výkon. I všeobecná inteligence (k zapamatování pravidel golfu a uchování taktických dovedností) a cit pro improvizaci jsou schopnosti, které hráč k vysokému výkonu v golfu potřebuje (Woods, 2001). Výkonnostně lepší hráči jsou více sebevědomí a vykazují větší stálost emocí než horší hráči, kteří častěji podléhají psychosomatickým úzkostem během turnaje (Pinto & Vázquez, 2013). Psychický tlak na hráče může způsobit zvýšenou motivaci a zlepšení výkonnosti v patování

(Schücker a kol., 2013) ačkoliv psychický stres ovlivňuje pohyb hráče u patování (Tanaka & Sekiya, 2010).

2.4. Diagnostika výkonu v golfu

Diagnostika poskytuje informace o současném stavu i o příčinách, které tento stav vyvolaly, slouží jako návod jak pokračovat v dalším tréninku. Úkolem sportovního tréninku je pomocí tréninkového zatížení zvyšovat aktuální úroveň trénovanosti a tím dosáhnout co možná nejvyššího výkonu v soutěži. K řízení tréninku se využívá tzv. princip zpětné vazby, kde tréninkové zatížení vyvolá změnu stavu sportovce, kterou je třeba zaznamenat, vyhodnotit a poté použít v dalším tréninkovém procesu. Diagnostika nám tedy poskytuje objektivované informace o aktuálním stavu jedince. Základními cíli diagnostiky ve sportu jsou hodnocení efektu tréninku; individualizace a objektivizace tréninkového zatížení; zkvalitnění tréninkového procesu; výběr talentů; předcházení úrazům a zdravotním problémům. Diagnostika by měla být součástí krátkodobých i dlouhodobých tréninkových cyklů. Dílčími kroky v rámci diagnostiky trénovanosti je analýza stavu, výběr relevantních parametrů a jejich míry ke sportovnímu výkonu, realizace diagnostiky a následná zpětná vazba. Diagnostika trénovanosti se soustřeďuje na nalezení minimální úrovně předpokladů, které jsou nezbytné pro zajištění potřebné sportovní výkonnosti, cílem je tedy odhalit slabiny a nedostatky sportovce. Hodnocení trénovanosti by mělo obsahovat stanovení formy, které vyplývá z cíle diagnostiky; stanovení standardů, interpretace parametrů do tréninkového procesu. Diagnostiku lze dělit do dvou druhů, na kvantitativní diagnostiku, která hodnotí aktuální trénovanost na základě posouzení kvantifikovatelných testů (v golfu – úhel otočení, úspěšnost patování, vzdálenost letu míče, výkon v testech golfových dovedností) a na kvalitativní diagnostiku, která je vyjádřena většinou určitou škálou posouzení pohybových dovedností a kterou lze s určitou mírou pravděpodobnosti usuzovat podle úrovně kvantitativních předpokladů. Ke kvalitativní diagnostice je nejčastější metodou používáno expertní hodnocení z videozáznamu nebo kinematickou analýzou (v golfu – kinematická analýza pohybu jednotlivých částí těla při golfovém švih). Diagnostika se může provádět jak v laboratorních podmínkách, ve kterých jsou stabilní podmínky, ale je problém s přenosem výsledků do terénu a v terénních podmínkách, kde je přímá využitelnost v praxi, ale proměnlivé podmínky (Bunc, 2009). Při realizaci diagnostiky a hlavně pak při interpretaci výsledků je třeba proměnné, které mohou ovlivnit výsledek diagnostiky a tím i zkreslit interpretaci, rozdělit do tří skupin: 1. Známe je a umíme je změřit; 2. Známe je a neumíme je změřit; 3. Neznáme je a neumíme je měřit. Rozhodujícím problémem diagnostiky je pak nalezení proměnných, které se mění v závislosti

na aplikované intervenci. Jejich změny vyvolané tréninkem musí být větší, než je chyba stanovení (Bunc, 2009). Diagnostika také slouží k zachycení talentu. Jelikož je výskyt talentovaných jedinců v populaci omezený, je žádoucí, aby proces zachycení byl co možná nejobjektivnější a nejefektivnější. Nejdříve je nutné nalézt vhodné diagnostické metody, které trenérům budou poskytovat relevantní informace o jedinci. Následně se vytváří normy nebo standardy, které lze využít při hodnocení výsledků. Standardy v případě identifikace sportovních talentů pak představují minimální hodnoty sledovaných parametrů, které v daném věku jsou nezbytné pro dosažení optimálních předpokladů sportovního výkonu v dospělosti. Normy musejí být aktuální, pro danou populaci a hodnocené výsledky byly stanoveny známými metodami. Z hodnocení výsledků pak určíme silné a slabé stránky sportovce. Diagnostika pohybových schopností a dovedností ukazuje vždy aktuální výkonnost, ve které se promítají jak genetické předpoklady, tak absolvovaný sportovní trénink (Bunc, 2010). Diagnostika výkonnosti v golfu v minulosti významně posloužila praxi i teorii (Broadie, 2012; James, 2009; Stöckl & Lamb, 2018)

2.4.1. Diagnostika golfových dovedností

Analýza výkonnosti pomocí validních a reliabilních testovacích nástrojů byla zásadní ve většině sportů (Ali, 2011; Ali a kol., 2007; Gabbett, 2010; Lubans a kol., 2014; Michailov a kol., 2018; Serpell a kol., 2010). V golfu Robertson (2012, 2013, 2015) v průběhu posledních 10 let vyvinul několik testů, které rozlišují elitní hráče a hráče vysoké úrovně. Test nazvaný Nine-Ball Skills Test (Robertson a kol., 2012)) umožňuje testovat dovednosti golfistů v oblasti trajektorie a výšky letu míče. Přestože byla ověřena diskriminační validita a test-retestová reliabilita, test není určen k analýze individuálních dovedností ve hře. Test Approach-Iron Skill Test (Robertson a kol., 2013) dokáže rozlišit elitní golfisty a golfisty na vysoké úrovni a byla ověřena také test-retestová reliabilita. Test slouží k hodnocení přesnosti příher na jamkoviště na vzdálenost 55 až 165 m od cíle. Jedná se o upravenou verzi Combine testu vyvinutého společností TrackMan (TrackaMan, Dánsko), který je hojně využíván golfisty všech výkonností k hodnocení krátkých, středních a dlouhých příher na jamkoviště a odpalů driverem. Jeho validita a reliabilita však dosud nebyla ověřena ve výzkumu (TrackMan, 2022). Pro hodnocení úspěšnosti patování na vzdálenost 0,9 až 7,6 metru k jamce byl vyvinut Golf Australia Putting Test (Robertson a kol., 2015). Autoři u tohoto konkrétního testu hodnotili konstruktovou a kriteriální validitu a test-retestovou reliabilitu. Jedná se o časově nenáročný patovací test pro použití v tréninku, který hodnotí pouze úspěšnost patování, nikoliv přesnost patování (tz. pokud hráč mine jamku, test nehodnotí vzdálenost od koncové polohy míče

k jamce). Navíc součástí testu nejsou dlouhé paty na 7 m, pouze krátké a střední paty. Test krátké hry k posouzení úrovně hendikepu byl vyvinut pro rány kolem greenu do vzdálenosti 7 m z fairwaye i z bunkerů na greenu (Pelz, 1999). Bodování testu bylo založeno na bodovém systému podle konečné vzdálenosti míče od jamky, přičemž se bodovalo zasažení jamky (4 body), míč do 3 stop od jamky (2 body), míč do 3-6 stop (1 bod) a míč dále než 6 stop od jamky (0 bodů). Nicméně pro tento test zatím nevznikla žádná validizační studie. Dalším testem, který se často používá k hodnocení krátké hry a příher na jamkovitě železy, je tzv. 5 % test (Johansson & Mojzis, 2020), jehož cílem je zasáhnout kruh o 5 % z celkové vzdálenosti mezi původní pozicí a cílem. Nicméně tento test je pouze hrubým nástrojem, protože posuzuje pouze, zda je koncová pozice míče v dané oblasti, nikoliv v jaké míře od cíle. Na druhou stranu se jedná o rychlý a lehce proveditelný test. Pro dovednosti krátké hry, tedy rány do vzdálenosti 55 m od cíle, nebyl vyvinut žádný validní a reliabilní test. Studie od Barnett a kol. (2015) vytvořila testovou baterii k hodnocení technické úrovně v golfových úderech u dětí a u baterie zjistili střední úroveň reliability.

Vzhledem k nedostatečnosti herních statistik se trenéři, golfové akademie nebo národní týmy zasazují o vytvoření testové baterie, která jim umožní vyhodnotit výkon v tréninkových podmínkách. Přestože některé golfové testy již byly vytvořeny, skýtají výše uvedené problém a je tedy nutná jejich modifikace. Navíc stále existuje potřeba vyvinout testovou baterii sestávající z více testů golfových dovedností, které lze provést v krátkém časovém úseku v různých podmínkách. To umožní (a) posoudit aktuální výkonnost; (b) sestavit tréninkový plán podle silných a slabých stránek; (c) posoudit účinnost tréninkových zásahů; a (d) vyhodnotit dlouhodobou výkonnost ve více dovednostech.

2.4.2. Diagnostika kondičních schopností

K diagnostice svalové aktivity v golfovém švihů se především používá povrchová elektromyografie (Abernethy a kol., 1990; Bechler a kol., 1995; Loock a kol., 2013b; McHardy & Pollard, 2005; Silva a kol., 2013). Výkon svalové síly je určován pomocí nejrůznějších silových testů, z nichž především odhod medicinbalu v sedě ($r = 0,57$), odhod medicinbalu rotací ($r = 0,60$), vertikální výskok ($r = 0,55$) a dřep ($r = 0,63$) mají vysokou kritériální validitu k rychlosti hlavy hole (Ehlert, 2020a).

2.4.3. Kinematická a kinetická analýza golfového švihů

Nejjednodušší způsob analýzy golfového švihů je 2D video analýza, která je využívána především trenéry a hráči, z důvodu jednoduché proveditelnosti a malé finanční náročnosti.

V minulosti byla však využívána i ve vědeckých studiích (Keogh & Hume, 2012; Sprigings & Mackenzie, 2002; White, 2006), nicméně byla ověřena její vysoká chybovost při měření parametrů pohybu (Coleman & Rankin, 2005). Pro porozumění hlubších poznatků o golfovém švih byl ve vědeckých studiích zapojena 3D kinematická analýza, která umožňuje analyzovat švih ze třech rovin (sagitální, frontální, transversální) a s vysokým počtem snímků za vteřinu, ve většině studií 200-300 snímků za vteřinu (Alderslade a kol., 2015; Allard, 1995; Brown a kol., 2013; Cahalan a kol., 1991; Cochran & Stobbs, 1999; Egret a kol., 2003; Gryc a kol., 2017; Hume a kol., 2005; Y. C. Chu a kol., 2010; Joyce, 2017; Joyce a kol., 2013). Nevýhodou je však limitace na laboratorní prostředí (může být i venkovní), zásah do pohybového projevu hráče (aktivní či neaktivní markery se přichycují na tělo) či různé způsoby kalkulace jednotlivých parametrů. Podstatou analýzy je připevnění markerů na různé anatomické části těla, čímž získáme jejich souřadnice v 3D prostoru, které následně slouží pro určení základních veličin. Výsledkem analýzy ve 3D prostoru jsou kinematické a kinetické parametry. Kinematika patří mezi základní odvětví dynamiky a zabývá se studií lidského pohybu bez ohledu síly, které pohyb vytvářejí. Kinematika tedy popisuje pohyb, tak jak ho vidíme. Parametry kinematické analýzy jsou například rychlosti, zrychlení a pozice různých bodů nebo segmentů v prostoru. Kinetická analýza slouží k vyhodnocení působících sil, jako příčina vzniku pohybu a jeho změn (Janura & Zahálka, 2004). Silové působení dolních končetin a jejich interakce s podložkou v průběhu golfového švih je hodnoceno kinetickou analýzou pomocí silových desek (Barrentine a kol., 1994; Wells a kol., 2022; Williams a kol., 1988). Kinetická a kinematická analýza lidského pohybu poskytuje informace, které vedou ke zvyšování výkonnosti a prevenci zranění u sportovců (Jandačka, 2011). Technologický pokrok postupně umožňuje používání 3D kinematické analýzy a kinetické analýzy silového působení v trenérských podmínkách. Například vznikají aplikace s umělou inteligencí (Sportbox.AI INC, Spojené Státy Americké) umožňující 3D analýzu za použití pouze mobilního telefonu bez nutnosti osazení markerů na testovanou osobu. Také vznikají silové desky, které je lze jednoduše přesouvat a jsou finančně dostupné pro trenéry či golfové akademie. Všechny tyto technologie jsou na začátku jejich používání v praxi a jejich reliabilita nebyla zatím ověřena. Nicméně ukazuje to na důležitost dalšího výzkumu v kinematických a kinetických parametrech především z trenérského pohledu.

Ke sledování mechanických parametrů pohybu hole a míče (impaktové faktory) se v minulosti využívala především kinematická analýza nebo vysokorychlostní kamery, které byly dostupné především výzkumníkům. Nicméně s rozvojem technologie, byly vyvinuty přístroje

měřící tyto parametry jako je například TrackMan (TrackMan, Dánsko; TrackMan, 2022), FlighScope (FlightScope, Spojené Státy Americké), GSQuad (Foresight Sports, Velká Británie), které měří pohyb golfové hole při kontaktu s míče a také samotný let míče nebo SAM PuttLab (Science & Motion, Německo; Marquardt, 2007), TrackMan (TrackMan, Dánsko; TrackMan, 2022) a TOMI (Pure Motion Inc., Spojené Státy Americké; MacKenzie & Evans, 2010) měřící pohyb patru při kontaktu s míčem a kutálení míče (Jensen a kol., 2015). Oproti kinematickým analyzátorům jsou relativně dostupné pro trenéry hráče i golfové akademie. Tyto přístroje za pomoci 3D Dopplerových radarových zařízení nebo optických kamer dokáží dosáhnout stejně přesných výsledků jako kinematická analýza (Leach a kol., 2017; Sweeney a kol., 2009). Díky tomu se analýza těchto parametrů rozšířila i na golfovou výuku a tréní mohou analyzovat výsledky svých intervencí rovnou při tréninku.

2.5. Souhrn teoretických východisek a definice vědeckého problému

Už první golfově - vědecká publikace od Cochran a Stobbs (1968) uvádí první mezery v chápání výkonnosti elitních golfistů. Vědci, ale i hráči a trenéři z této oblasti, se od té doby snažili zaplnit tyto informační mezery a poskytnout tak hlubší pochopení, proč elitní hráči dosahují nejvyšší výkonnosti. Ačkoliv golfový výzkum prodělal prudký rozvoj od doby zmíněné publikace, stále existují vědecké problémy, které buďto řešeny zatím nebyly, nebo jejich řešení není ověřené a tak je teorie nejasná. Vyřešení těchto vědeckých problému by mohlo vést k ujasnění vědecké teorie i k přímému ovlivnění trenérské a hráčské praxe v golfu. Na základě výše uvedených teoretických poznatků o golfu i vlastních osobních zkušeností, jako hráče a trenéra golfu, bylo definováno několikero vědeckých problémů v oblasti golfu a jeho výkonnosti.

Ačkoliv role klíčových golfových dovedností a jejich vztah s výkonností byl identifikován na úrovni profesionálních golfistů, na úrovni elitních amatérských golfistů zůstává tato informace v dostupné literatuře neznáma. Především z důvodu, že herní statistiky, podle kterých se hodnotí úroveň jednotlivých herních dovedností, nejsou schopny izolovat jednotlivé dovednosti a často jsou pouze hrubým hodnotícím nástrojem. Proto některé výzkumné studie nalézají protichůdné výsledky. Podle herních statistik není možno analyzovat silné a slabé stránky hráčovy hry, což by napomohlo k vyšší individualizaci tréninku a následně lepší strategii hry na hřišti. Díky těmto nedostatkům herních statistik, byla snaha o vytvoření validní a reliabilních testů golfových dovedností v tréninkovém prostředí, kterým se povedlo

izolovat výkonnost některých golfových dovedností. Tyto testy však nebyly vytvořeny pro všechny golfové dovednosti a žádný výzkum nehodnotil všechny golfové dovednosti společně ve vztahu k výkonnosti k identifikaci klíčových dovedností v elitním amatérském golfu. Tato identifikace by umožnila určení relevantnosti každé golfové dovednosti ve vztahu s výkonností. Následná komparace s profesionálními golfisty by zjistila, zda je důležitost golfových dovedností podobná u amatérských a profesionálních golfistů. Navíc, přechod z amatérského do profesionálního golfu je označován jako nejtěžší hráčskou etapou.

V posledních letech se v golfu rapidně zlepšuje kondiční úroveň profesionálních golfistů. Trenéři a hráči přikládají především silovému faktoru vysokou důležitost, jednak z hlediska zdravotní prevence, tak i díky silnému vlivu svalové síly na produkci energie v golfovém švih. Statistiky z PGA Tour ukazují každoroční nárůst délky odpalů, které se díky výzkumu ukázala jako nejdůležitější proměnou výdělku profesionálních hráčů. Nedávné studie zkoumaly vztah mezi svalovou silou, tělesným složením, různými kondičními intervencemi a jejich vlivem na golfový švih. To ve většině studií znamenalo rychlost hlavy hole jakožto nejsilnější determinantem délky letu míče. Nicméně většina závěrů ohledně kondičních faktorů ovlivňující rychlost hlavy hole jsou interpretovány z průřezových studií, které ukazují pouze vztah dané proměnné na výkonnost v konkrétním úseku tréninkové přípravy. V oblasti kondičních determinantů výkonnosti chybí dlouhodobé sledování vývoje silových parametrů, tělesného složení a rychlosti hlavy hole. To by umožnilo sledovat dynamické vztahy mezi proměnnými a odhalit dlouhodobý efekt kondičního faktoru na výkonnost v golfu.

Golfový výzkum značně postrádá informace ohledně juniorských hráčů golfu, a to i přesto, že juniorský věk je označován jako nejdůležitějším obdobím pro rozvoj elitních dovedností i schopností a v golfu často představuje přechod hráč z amatérského do profesionálního golfu. Výzkum už naznačil, jak by měl vypadat „golfový ideál“ z pohledu kondice i dovedností, ale neukazuje jak tohoto vzoru dosáhnout. Objektivizace úrovně jednotlivých golfových dovedností i kondičních schopností a identifikace jejich vztahu s výkonností juniorských hráčů by mohlo určit vývojové tendence k dosažení elitní úrovně. U mladších golfistů dochází k mnoha somatickým, psychologickým, fyzickým a dalším změnám, což umožňuje lépe pochopit tyto vztahy, než kdybychom použili dospělou populaci, jejíž vývoj je u konce.

3. KAPITOLA – VÝZKUMNÁ ČÁST

3.1. Metodologie

3.1.1. Vědecký problém

Pro rozvoj elitní výkonnosti v golfu je potřeba celostní hodnocení vztahů mezi výkonností na hřišti, úrovní golfových dovedností a kondičními determinanty golfového švihů. Na základě rešerše literatury nebyla nalezena testová baterie zachycující úroveň všech golfových dovedností a rovněž nebyla nalezena evidence pro dlouhodobé sledování a analýzu vývoje golfových dovedností a kondičních předpokladů. To by umožnilo sledovat dynamické vztahy mezi proměnnými a odhalit dlouhodobý efekt klíčových determinantů výkonnosti v golfu. Tento holistický přístup zaměřený na kondiční předpoklady, golfové dovednosti a výkonnost v dlouhodobém a krátkodobém pojetí by napomohl k pochopení jejich vzájemných vztahů a to zejména u juniorských hráčů golfu, u nichž by mohl prohloubit pochopení klíčových aspektů vývoje jejich golfové hry.

3.1.2. Výzkumné otázky

Existují golfové dovednosti, které mají významný a silný vztah s výkonnostní úrovní (handicapem) a ukazatelem herní výkonnosti (počet ran na hřišti) v průběhu víceletého vývoje elitních juniorských hráčů golfu?

Existují kondiční schopnosti, antropometrické parametry nebo parametry tělesného složení, které mají významný a silný vztah s ukazatelem produkce energie v průběhu golfového švihů (rychlost hlavy hole) v průběhu víceletého vývoje elitních juniorských hráčů golfu?

3.1.3. Cíle práce

Cílem práce bylo objektivizovat úroveň golfových dovedností a kondičních předpokladů a identifikovat vzájemné vztahy mezi jednotlivými determinanty výkonu v průběhu víceletého vývoje elitních juniorských hráčů golfu.

Dílními cíli práce bylo:

- a) vytvořit validní a reliabilní testovou baterii golfových dovedností;
- b) objektivizovat úroveň kondičních předpokladů ve vztahu k produkci energie v průběhu golfového švihů;
- c) objektivizovat úroveň jednotlivých golfových dovedností ve vztahu k výkonu na hřišti;

- d) identifikovat klíčové determinanty výkonu v průběhu víceletého vývoje elitních juniorských hráčů golfu.

3.1.4. Hypotézy práce

Míra věcné významnosti mezi ukazateli herní výkonnosti a dovedností rychlostí hlavy hole byla určena na úroveň $r > 0,5$ podle studie Coughlan a kol. (2020), který našel významný vztah mezi hendikepem a rychlostí hlavy hole $r = -0,50$ u juniorských hráčů golfu. Míra věcné významnosti mezi úrovní golfových dovedností a golfovou herní výkonností byla určena na úroveň $r > 0,5$ podle studie Baugher a kol. (2016), která uvádí, že golfové dovednosti vysvětlují 33 % variace výdělků profesionálních hráčů golfu ($R^2 = 0,33$). Jednotlivé golfové dovednosti dosahují významných vztahů s golfovou výkonností na úrovni $r = 0,34 - 0,71$ (Gryc a kol., 2021; Hellström a kol., 2014; James & Rees, 2008). Míra věcné významnosti mezi antropometrickými, tělesnými parametry a rychlostí hlavy hole byla určena na úroveň $r > 0,3$ a pro kondiční schopnosti $r > 0,4$. Toto expertní posouzení bylo na základě systematické studie od Ehlert (2020a), která uvádí průměrný korelační koeficient mezi rychlostí hlavy hole a antropometrií 0,27 a svalové síly dolních končetin 0,38 – 0,46.

H1: Předpokládáme statisticky významný vztah ($p \leq 0,05$) mezi některým ukazatelem golfové herní výkonnosti a rychlostí hlavy hole při kontaktu s míčem v pre-testu a post-testu ($r > 0,5$).

H2: Předpokládáme statisticky významný vztah ($p \leq 0,05$) mezi změnou (pre-test vs. post-test) některého ukazatele golfové herní výkonnosti a změnou rychlosti hlavy hole při kontaktu s míčem ($r > 0,5$).

H3: Předpokládáme statisticky významný vztah ($p \leq 0,05$) mezi některými antropometrickými parametry, parametry tělesného složení a rychlostí hlavy hole při kontaktu s míčem v pre-testu a post-testu ($r > 0,3$).

H4: Předpokládáme statisticky významný vztah ($p \leq 0,05$) mezi změnou (pre-test vs. post-test) některých antropometrických parametrů, parametrů tělesného složení a změnou rychlosti hlavy hole při kontaktu s míčem ($r > 0,3$).

H5: Předpokládáme statisticky významný vztah ($p \leq 0,05$) mezi některými parametry svalové síly extenzorů a flexorů kolene, explozivní síly při vertikálních výskocích a rychlostí hlavy hole při kontaktu s míčem v pre-testu a post-testu ($r > 0,4$).

H6: Předpokládáme statisticky významný vztah ($p \leq 0,05$) mezi změnou (pre-test vs. post-test) některých parametrů svalové síly extenzorů a flexorů kolene, explozivní síly při vertikálních výskocích a změnou rychlosti hlavy hole při kontaktu s míčem ($r > 0,4$).

H7: Předpokládáme statisticky významný vztah ($p \leq 0,05$) mezi úrovní některé golfové dovednosti a některým ukazatelem golfové herní výkonnosti v pre-testu a post-testu ($r > 0,5$).

H8: Předpokládáme statisticky významný vztah ($p \leq 0,05$) mezi změnou (pre-test vs. post-test) v úrovni některé golfové dovednosti a změnou některého ukazatele golfové herní výkonnosti ($r > 0,5$).

3.1.5. Design studie

Tato dizertační práce se skládá z jedné standardizační studie a dvou longitudinálně-observačních studií s použitím metody testování a přímého pozorování. Výzkumný soubor se skládá se záměrně kvalifikovaným výběrem účastníků. Ze základního souboru byl vybrán reprezentativní soubor elitních juniorských hráčů a hráček golfu do 18 let s elitní výkonností. V longitudinálních dílčích studiích byl výzkumný soubor rozdělen na hráče s dobou sledování jeden a dva roky (doba mezi pre-testem a post testem). Testování probíhalo periodicky každý rok v laboratorních a terénních podmínkách. Obsahem laboratorního testování bylo měření kondičních předpokladů, tedy antropometrických parametrů, parametrů tělesného složení a parametrů vybraných kondičních schopností. Obsahem terénního testování bylo měření výkonu v testech golfových dovedností. V průběhu studie byla shromažďována data dlouhodobé výkonnosti (hendikepu) a také střednědobé až krátkodobé výkonnosti (počet ran za kolo v každém turnaji). Každý z účastníků pak v dotazníku upřesňoval tréninkové informace jako je délka zkušeností s golfovým tréninkem, množství specifického golfového tréninku a množství nespécifického tréninku (kondiční příprava, volnočasová sportovní aktivita). Výsledky této dizertační práce jsou publikované v dílčích článkových výstupech: „Which specific golf skills are related to performance in skilled junior golfers?“ (Brožka, Carson, a kol., 2023) a „Development of body composition, lower body physical characteristics and clubhead speed in skilled junior golfers“ (Brožka, Miřátský, a kol., 2023). Jeden článkový výstup je podán ve vědeckém časopise: „The Development of the Golf Skill Test Battery“ (Gryc, Brozka, a kol., 2023; v recenzním řízení). Některé výsledky, diskuze či závěry mohou být převzaty z výše uvedených článkových výstupů.

3.1.6. Výzkumný soubor

Záměrně vybraný výzkumný soubor tvořili amatérští hráči a hráčky golfu ve věku od 13 do 18 let. Ze základního výběru (celkový počet hráčů pod 18 let k roku 2018: $n = 5534$; Česká Golfová Federace, 2022) jsme záměrně vybrali hráče elitní úrovně, která je vymezená jednak účastí hráčů na nejvyšší soutěži v dané věkové kategorii (Národní mistrovství ČR žáků a kadetů nebo Mezinárodní mistrovství ČR dorostenců a juniorů) a jednak stanovenou hodnotou výkonnostní úrovně hráče – hendikep menší než 15. Z této opory výběru (celkový počet hráčů s elitní výkonnostní pod 18 let k roku 2018: $n = 217$) bylo celkově 30 hráčů a hráček golfu elitní úrovně zařazeno do reprezentativního výzkumného souboru. Hráči i trenéři byli obeznámeni s organizací a s metodikou měření. Testování se neúčastnili hráči, kteří byli zranění či jinak zdravotně omezeni. Jednotlivé cíle dizertační práce byly postupně řešeny ve třech dílčích studiích, u kterých se liší počet účastníků, a tak i popisné charakteristiky (Tabulka 7 a 8). Výzkumný soubor u longitudinálních studií 2 a 3 byl rozdělen na skupiny s dobou sledování 1 a 2 roky.

Tabulka 7: Popisná charakteristika výzkumného souboru v dílčích studiích

Dílčí studie	Počet účastníků	Pohlaví	Věk [let]	Výška [cm] <i>Průměr ± SD</i>	Hmotnost [kg]
Studie 1	27	Muži i ženy	15,5 ± 1,6	174,4 ± 10,3	64,4 ± 12,2
Studie 2*	19	Muži	14,5 ± 1,4	172,2 ± 11,4	64,8 ± 12,5
1 letá sk,*	8	Muži	14,5 ± 1,5	170,7 ± 11,0	61,7 ± 12,4
2 letá sk,*	11	Muži	14,5 ± 1,2	174,2 ± 11,6	69,0 ± 11,3
Studie 3*	18	Muži i ženy	15,2 ± 1,5	174,3 ± 8,4	64,4 ± 11,6
1 letá sk,*	14	Muži i ženy	15,2 ± 1,5	174,4 ± 9,0	66,1 ± 10,8
2 letá sk,*	18	Muži i ženy	15,3 ± 1,5	174,2 ± 7,9	64,8 ± 12,2

Legenda: sk. – skupina; * pre-testové hodnoty

Tabulka 8: Popisná charakteristika tréninkových parametrů výzkumného souboru v dílčích studiích

Dílčí studie	Hendikep	Délka zkušeností [let]	Specifický trénink [hodin za týden] <i>Průměr ± SD</i>	Nespecifický trénink [hodin za týden]
Studie 1	5,7 ± 4,8	9,5 ± 2,1	20,0 ± 14,1	3,1 ± 2,3
Studie 2*	7,4 ± 5,6	8,5 ± 2,3	24,4 ± 10,2	2,7 ± 2,2
1 letá sk,*	7,1 ± 4,6	8,6 ± 2,1	24,8 ± 8,4	3,2 ± 2,2
2 letá sk,*	7,9 ± 6,6	8,3 ± 2,7	23,9 ± 12,3	2,0 ± 2,1
Studie 3*	6,2 ± 5,9	9,2 ± 2,5	20,8 ± 8,0	2,9 ± 2,7
1 letá sk,*	6,5 ± 5,8	9,2 ± 2,6	24,3 ± 9,0	3,2 ± 3,2
2 letá sk,*	6,0 ± 5,9	9,2 ± 2,3	18,5 ± 6,8	2,5 ± 1,5

Legenda: sk. – skupina; * pre-testové hodnoty

Výzkumná studie byla schválena Etickou komisí Fakulty tělesné výchovy a sportu, Univerzity Karlovy pod číslem 251/2018. Byl vyžadován informovaný souhlas zákonných zástupců. Výzkum byl realizovaný podle etických standardů Helsinské deklarace a výzkumu v oblasti sportovních věd (Harriss & Atkinson, 2015).

3.1.7. Výzkumné metody a přístrojové vybavení

3.1.7.1. Výkonnostní data a hráčský dotazník

V průběhu studie byla shromažďována data ohledně hráčské výkonnosti na hřišti a také ohledně tréninkových informací. Hendikep (HCP), jako indikátor dlouhodobé výkonnosti byl vždy zaznamenán v době testování. HCP byl vypočítán automaticky serverem ČGF jako průměr osmi nejlepších soutěžních her z posledních dvaceti odehraných her. Pokud byl hráčův hendikep pod nulu (tzv. plusový HCP) pro účely analýzy byl hodnocen jako mínusový. Počet ran za kolo (hrubý výsledek brutto) v každém odehraném turnaji u každého hráče, jako indikátor krátkodobé a střednědobé výkonnosti, byl poskytnut ze strany ČGF po skončení studie. Výsledky v turnajích byly rozděleny na roční výkonnost (YP; průměrný počet ran v daném roce), průměr třech nejlepších kol v daném roce (TOP3) a průměr třech nejlepších kol v době testování (TOP3A; turnaje v okruhu dvou měsíců od testování). Každý hráč hrál v průběhu studie jiné turnaje, a proto hrubý počet ran nemohl být použit a musel být přepočítán podle obtížnosti hřiště. Obtížnost každého hřiště je normována podle USGA Course Rating System (Royal and Ancient Golf Club of St Andrews & United States Golf Association, 2023) pomocí Course Rating (hodnocení obtížnosti hřiště pro elitní a profesionální hráče) a Slope Rating (hodnocení obtížnosti hřiště pro rekreační hráče). Výsledný relativní počet ran byl vypočítán podle rovnice (Royal and Ancient Golf Club of St Andrews & United States Golf Association, 2023):

$$\text{relativní počet ran} = (\text{brutto výsledek} - \text{Course Rating}) \times \frac{113}{\text{Slope Rating}}$$

Každý z účastníků byl podroben dotazníku v době každého testování, kde upřesňoval tréninkové informace jako je délka systematického golfového tréninku, průměr specifického golfového tréninku za týden (golfový trénink skupinový nebo individuální, hra na hřišti) a průměr nespecifického tréninku za týden (kondiční příprava, volnočasová sportovní aktivita).

3.1.7.2. Hodnocení kondičních předpokladů

Laboratorní testování probíhalo vždy v odpoledních hodinách pro zachování standardních podmínek. Účastníci výzkumu dvacet čtyři hodin před měřením nevykonávali

pohybovou aktivitu s velkým zatížením, která by mohla ovlivnit výsledky měření. Rozcvičení probíhalo pod vedením odborných členů laboratoře vždy specificky před každým testem. Po vyplnění dotazníku byly změřeny základní antropometrické údaje. Účastník výzkumu byl podroben měření tělesného složení, svalové síly extenzorů a flexorů kolene a explozivní síly při vertikálních výskocích.

Tělesná výška (BH) byla měřena výškoměrem SECA 242 (GmbH & Co., Německo). Tělesná hmotnost (BM) byla měřena pomocí elektronické váhy SECA 769 (GmbH & Co., Německo). Tělesné složení bylo měřeno pomocí multifrekvenčního bioimpedančního analyzátoru Tanita MC-980 MA (Tanita Corporation, Japonsko). Hodnotícími parametry tělesného složení byla bez-tuková hmota (FFM) a tuková hmota (FM).

Svalová síla extenzorů a flexorů kolene byla měřena pomocí isokinetického dynamometru Cybex Humac Norm (Cybex NORM®; Humac Inc., Spojené Státy Americké). Dynamometr byl kalibrován podle pokynů výrobce. Účastníci se před tímto testem zahřáli na běžecím ergometru (2 min běhu při rychlosti 12, 14, 16 a 18 km.h⁻¹) a provedli dřepy, výpady a zvedání středu těla do mostu (vždy 2 x 10 opakování) pod vedením zaškoleného výzkumníka. Při provádění extenze a flexe v koleni byli účastníci posazeni na křeslo a popruhy byl zafixován trup i stehno končetiny provádějící test k vyšetření izolovaného jedno-kloubního pohybu. Každý účastník provedl pět rozcvičovacích opakování a tři opakování s maximálním úsilím s každou dolní končetinou v rozsahu 0 - 90°. Vizualní zpětná vazba a slovní stimulace byly použity během testování. Nejlepší ze tří pokusů na základě maximálního točivého silového momentu (peak torque) byl vybrán ke zpracování dat. Nezávislé proměnné maximálního točivého silového momentu extenzorů (PTE) a flexorů (PTF) kolena součtu obou dolních končetin byly vyhodnoceny při třech úhlových rychlostech: 60°.s⁻¹ (maximální síla) and 180°.s⁻¹ (sub-maximální síla), a 300°.s⁻¹ (rychlostní síla). Tyto úhlové rychlosti se používají k hodnocení isokinetické síly u elitních fotbalistů i dalších sportovců (Maly a kol., 2021). V předchozích výzkumech tato výzkumná metodika vykazovala vysokou reliabilitu (ICC = 0,90 – 0,98; Impellizzeri a kol., 2008).

Explozivní svalová síla během vertikální výskoků byla měřena pomocí dvou silových desek Kistler-8611 (Kistler, Švýcarsko) se sběrnou frekvencí 1000 Hz. Softwarový program BioWare (BioWare 5.4.3.0; Švýcarsko) byl použit pro záznam a analýzu všech vertikálních výskoků. Účastník byl zvážen před měřením a jeho hmotnost byla kontrolována během stojné pozice před každým výskokem. Každý účastník provedl tři rozcvičovací opakování a tři opakování s maximálním úsilím u dvou typů vertikálního výskoku: bez pomoci paží

(countermovement jump; CMJ) a z podřepu (squat jump; SQJ). U CMJ, účastník zahájil pohyb ze vzpřímené polohy s rukama fixovanými v bok. Následně byl instruován k rychle flexi v kolenou a k co nejvyššímu vertikálnímu výskoku. U SQJ byla stejná zahajovací pozice jako u CMJ, ale účastník byl instruován k flexi v kolenou a výdrži v podřepu s 90° mezi holenní a stehenní kostí. To bylo vizuálně zkontrolováno výzkumníkem a následně odpočítával do tří sekund. Poté byl cíl účastníka vyskočit co nejvýše bez provedení protichůdného pohybu (bez excentrické fáze). Odchylka vertikální síly během klidné části stoje je v rozmezí 1,5 % tělesné hmotnosti. Pro správně provedený odraz během SQJ vyhodnotí software pokus jako správně provedený pokud je rozdíl ve vertikální složce v rozmezí 0-2 % tělesné hmotnosti v čase 0.02 sekundy mezi klidovou hmotností a zahájením produkce síly. Nejlepší ze tří pokusů na základě výšky každého výskoku byl vybrán ke zpracování dat. Hodnocenými parametry byla výška výskoku (JH), relativní silový impuls (IMP) a maximální výkon (PP). Výška výskoku byla vypočítána jako přepočet na základě vztahového teorému mezi impulzem a momentem síly. Maximální výkon byl vypočten podle rovnice uvedené níže ze studie Sayers a kol. (1999), která byla použita v minulých studiích (Coughlan a kol., 2020; Hellström, 2008). Relativní silový impuls byl vypočítán z plochy pod křivkou síla-čas během propulze u CMJ a SQJ. Validita a reliabilita detekce výšky výskoku za použití silových desek byla prokázána v předchozích studiích (Buckthorpe a kol., 2012; Jagers a kol., 2008).

$$\text{maximální výkon (PP)} = 60,7 \times JH + 45,3 \times BM - 2055$$

3.1.7.3. Hodnocení úrovně golfových dovedností

Hodnocení úrovně golfových dovedností probíhalo v terénních podmínkách, vždy do týdne od laboratorního testování. K hodnocení úrovně jednotlivých golfových dovedností byla navržena komplexní testová baterie golfových dovedností (Golf Skill Test Battery; GSTB) a byla otestována její validita a reliabilita. Testová baterie byla konzultována s třemi golfovými trenéry, členy Profesionální Golfové Asociace České republiky. Diskuze vedla k námětům, že testová baterie by měla být navržena tak, aby dokázala hodnotit úroveň individuálních dovedností, ale také snadno použitelná pro široký okruh trenérů. Také by měla umožňovat testovat více hráčů současně a tak být proveditelná při týmových tréninkách. Obecně byly golfové dovednosti identifikovány jako patování, krátká hra, přihrávací rány na jamkoviště a odpaly. Dále bylo patování rozděleno na krátké (<3 m, vysoká procentuální úspěšnost) a dlouhé paty (>7 m), tak aby se hráči mohli vypořádat s úspěšností krátkých patů a přesností dlouhých patů. Krátká hra kolem jamkoviště byla definována jako všechny rány do 30 m od jamky. Krátká hra byla rozdělena na rány z ferveje a bankru, aby byli hráči testováni v různých

pozicích kolem jamkoviště. K hodnocení krátkých, dlouhých přihrávacích ran na jamkoviště a odpalů driverem byl součástí testové baterie Combine test vyvinutý společností TrackMan (TrackMan, Dánsko). Combine test je to celosvětově používaný nástroj k analýze dovedností u golfistů a u modifikované verze Combine testu ve studii od Robertson a kol. (2013) byla ověřena validita a test-retestová reliabilita. Další diskuze vedla k závěru, že je zapotřebí test k hodnocení kontroly vzdálenosti krátkých přihrávacích ran na vzdálenosti mezi 30 až 90 m, který by vyplnil vzdáleností mezeru mezi testem krátké hry a Combine testem. K záznamu a vyhodnocení testu kontroly vzdálenosti a Combine testu byl použit 3D Doppler radar Trackman 4 (Trackman, Dánsko). Zařízení (spolehlivost byla ověřena ve studii Leach a kol., 2017) bylo nastaveno a kalibrováno na jeden cíl na cvičné louce (přes 165 m), který sloužil jako cílová linie pro všechny rány. Výsledná testová baterie se skládá z testu krátkých patů, testu dlouhých patů, testu krátké hry v okolí jamkoviště, testu kontroly vzdálenosti a Combine testu.

Úspěšnost krátkých patů byla hodnocena na základě procentuální úspěšnosti zasažení jamky. Přesnost dlouhých patů a přesnost krátké hry v okolí jamkoviště byla hodnocena pomocí radiální odchylky od jamky (vzdálenost mezi středem míče a středem jamky; Couceiro a kol., 2012) za použití měřicího pásma. Průměrná úspěšnost krátkých patů a průměrná radiální odchylka dlouhých patů a krátké hry byla použita pro zpracování dat ve standardizační i longitudinální studii. TrackMan Performance software (TrackMan, Dánsko) byl použit k vyhodnocení přesnosti každého úderu v testu kontroly vzdálenosti a Combine testu. Ve standardizační studii byly oba testy vyhodnoceny pomocí vnitřního bodovacího systému (0 – 100 bodů) na základě radiální odchylky mezi cílem a dopadovou pozicí míče, kde 100 bodů je rovno radiální odchylce menší než 1,2 % relativní odchylky od cíle (například, pro získání 100 bodů u rány ze vzdálenosti 100 m musí být konečná pozice dopadu míče do 1,2 m od cíle). Průměrný počet bodů celého testu byl použit pro vyhodnocení ve standardizační studii. V longitudinální studii byla přesnost krátkých a dlouhých přihrávacích ran hodnocena na základě radiální odchylky mezi cílem a dopadovou pozicí míče. Vzdálenost odpalů driverem byla hodnocena na základě celkové vzdálenosti (vzdálenost mezi původní pozicí a výslednou pozicí míče). Přesnost odpalů driverem byla hodnocena na základě směrové odchylky (vzdálenost mezi cílovou linií a výslednou dopadovou pozicí míče). Průměrná radiální odchylka u krátkých a dlouhých přihrávacích ran, průměrná celková vzdálenost odpalů a průměrná směrová odchylka odpalů driverem byla použita pro vyhodnocení v longitudinální studii. Test kontroly vzdálenosti byl použit pouze ve standardizační studii. Rychlost hlavy hole

(CHS) byla zaznamenána při odpalech driverem v rámci terénního testování. Maximální hodnota z šesti pokusů byla použita pro vyhodnocení.

Zátěž, vyvinutá pro absolvování celé testové baterie, byla adekvátní na úroveň běžného golfového tréninku. Hráči se před provedením GSTB individuálně rozcvičili a rozehráli pro dané golfové dovednosti.

3.1.8. Statistické zpracování dat

Zjištěné výsledky byly zpracovány základními matematicko-statistickými metodami pro určení centrální tendence a variability (průměr, směrodatná odchylka) v Microsoft Excel (Microsoft, Spojené Státy Americké) a následně byly podrobeny věcné, logické a statistické analýze. U každého statistického zpracování bylo ověřeno, zda počet účastníků vyhovuje pro zjištění definovaných cílů dle vybrané statistické metody v softwaru G*Power ver. 3.1.9.6. (Německo). Předpoklady pro statistické testy byly ověřeny. Normalita rozložení dat byla ověřena Shapiro-Wilk testem. U parametrů, kde bylo zjištěno narušení normálního rozložení, byly použity neparametrické varianty parametrických testů. Reliabilita GSTB byla určena pomocí koeficientu vnitro třídní korelace (intra class correlation: ICC). V souladu s konvencí od McGraw a Wong (1996) jsme použili ICC založený na dvoucestném modelu smíšených efektů pro konzistenci a průměr více měření. Latentní struktura a faktorová validita GSTB byla posouzena konfirmační jedno-faktorovou analýzou (CFA). Vhodnost jedno-faktorového modelu CFA (rozdíl mezi pozorovanou kovarianční maticí a kovarianční maticí založenou na modelu) byla vyhodnocena pomocí chí-kvadrát testu (χ^2), přičemž nesignifikantní χ^2 test znamená velmi dobře vyhovující model (pozorovaná kovarianční matice a kovarianční matice založená na modelu se rovnají). Použili jsme také Srovnávací Fit Index (CFI), Standardized Root Mean Square Residual (SRMR) a p-hodnotu těsné shody. CFI se pohybuje v rozmezí od 0 do 1 (1 = všechny výběrové rozptyly a kovariance jsou zohledněny implikovaným populačním modelem), přičemž přijatelnou shodu indikují hodnoty $> 0,90$ (Hu & Bentler, 1999), zatímco SRMR by měl být menší než 0,07 (Kline, 2011). Hodnota p pro těsnou shodu testuje jednostrannou nulovou hypotézu, že Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA) pro zadaný model CFA je roven nebo menší než 0,05. Nesignifikantní test této hypotézy poskytuje důkaz o dobré vhodnosti modelu. Síla vztahu mezi proměnnými byla hodnocena pomocí Pearsonova korelačního koeficientu (r) nebo v případě nenormálního rozložení dat pomocí Spearmanova koeficientu pořadové korelace (ρ) a byla interpretována jako: zanedbatelná (0,00–0,10), slabá (0,10–0,39), střední (0,40–0,69), silná (0,70–0,89) a velmi silná (0,90–1,0; Schober a kol., 2018). Statisticky významný rozdíl mezi pre-testem a

post-testem byl analyzován pomocí párového T testu nebo v případě nenormálního rozložení dat pomocí Wilcoxonova Signed Rank testu. Věcná významnost rozdílů byla hodnocena pomocí Cohenova d a byla interpretována jako: zanedbatelná ($\leq 0,19$), malá ($0,20-0,49$), střední ($0,50-0,79$) a velká ($\geq 0,80$; Cohen, 2013). Pro všechny analýzy byla stanovena statistická úroveň signifikance na $\alpha = 0,05$ k vyvrácení nulové hypotézy. Ke statistické analýze byl využit software IBM® SPSS v24 (Package for Social Science, Inc., Spojené Státy Americké), software Mplus v 8.9 (Muthen & Muthen, Spojené Státy Americké) a software R v3.5.2 (R Core Team, Austria).

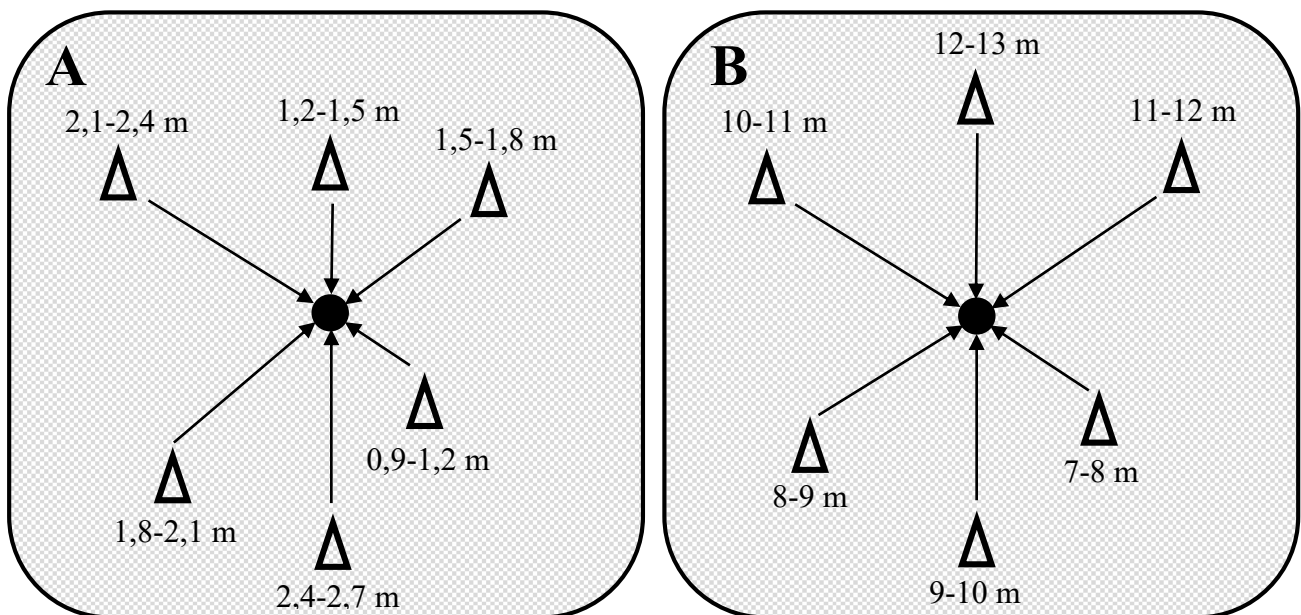
3.2. Výsledky

3.2.1. Standardizace testové baterie golfových dovedností (GSTB)

V této části práce je výsledná podoba testové baterie golfových dovedností a detailně popsán každý z dílčích testů a následně výsledky standardizace.

Patovací test se skládal z šesti vzdálenostních rozsahů pro krátké paty (0,9 – 1,2 m, 1,2 – 1,5 m, 1,5 – 1,8 m, 1,8 – 2,1 m, 2,1 – 2,4 m a 2,4 – 2,7 m) a šesti vzdálenostních rozsahů pro dlouhé paty (7 - 8 m, 8 – 9 m, 9 - 10 m, 10 - 11 m, 11 - 12 m a 12 - 13 m). Ilustrace patovacího testu je na Obrázku 1. Výběr vzdálenosti ze vzdálenostního rozsahu byl vždy náhodně pro každé testování. Každý pat byl proveden z jiné pozice kolem jamky, jejichž pořadí bylo náhodně vybráno pro každé testování. Hráč provedl tři kola po šesti patech, z každé vzdálenosti i pozice v pořadí od nejkratších po nejdelší paty (to znamená, 18 krátkých a 18 dlouhých patů).

Obrázek 1: Ilustrace znázorňující rozložení testu krátkých (A) a dlouhých patů (B)



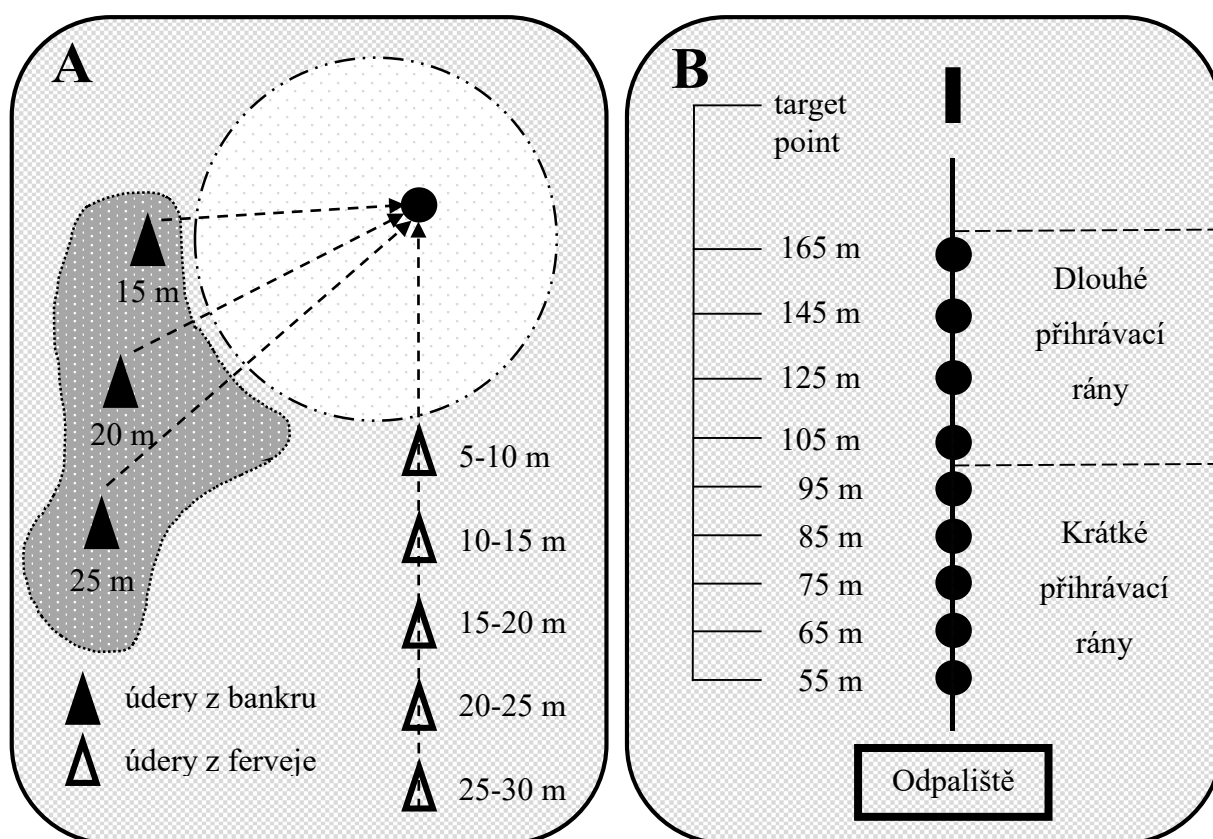
Legenda: Znázornění převzato z Brožka, Carson, a kol. (2023).

Test krátké hry v okolí jamkoviště se skládal z pěti vzdálenostních rozsahů pro rány z ferveje (5 - 10 m, 10 - 15 m, 15 - 20 m, 20 - 25 m a 25 - 30 m) a z třech vzdáleností mezi 15 a 30 m pro rány z bankru. Jamka se nacházela nejméně 7 m od okraje jamkoviště po cílové linii. Ilustrace testu krátké hry je na Obrázku 2A. Výběr vzdálenosti ze vzdálenostního rozsahu byl vždy náhodně pro každé testování. Hráč provedl dva údery z každé vzdálenosti v náhodném

pořadí z ferveje a poté dva údery z každé vzdálenosti v náhodném pořadí z bankru (dohromady 18 úderů).

Combine test byl použit k hodnocení krátkých přihrávacích ran, dlouhých přihrávacích ran a odpalů driverem. Hráč provedl tři údery na každý cíl (55 m, 65 m, 75 m, 85 m, 95 m, 105 m, 125 m, 145 m, 165 m a odpal driverem) ve dvou kolech (dohromady 60 úder). Ilustrace Combine testu je na Obrázku 2B. Vzdálenosti mezi 55 – 95 m byly považovány za krátké přihrávací rány. Vzdálenosti mezi 105 – 165 m byly považovány za dlouhé přihrávací rány (James & Rees, 2008; Pelz, 1999). Test kontroly vzdálenosti krátkých přihrávacích ran se skládal z patnácti ran ze vzdálenosti 30 – 90 m. Vzdálenosti byly náhodně generované softwarem.

Obrázek 2: Ilustrace znázorňující rozložení testu krátké hry z ferveje a bankru (A) a Combine testu (B)



Legenda: Znázornění převzato z Brožka, Carson, a kol. (2023)

Tabulka 9 prezentuje popisnou charakteristiku jednotlivých testů, reliabilitu a konstruktovou validitu GSTB. Reliabilita byla hodnocena jako střední (dle Koo & Li, 2016) u testu krátkých patů, dlouhých patů a krátké hry v okolí jamkoviště. Dobrá reliabilita byla dosažena u testu kontroly vzdálenosti a Combine testu. Pro konfirmační faktorovou analýzu (CFA), chi-kvadrát test pro jedno-faktorový model byl nesignifikantní ($\chi^2_{(5)} = 8,4$, $p = 0,134$), což poskytuje důkaz, že jeden faktor velice dobře vysvětluje vzájemné vztahy mezi testy golfových dovedností. To bylo dále podpořeno Srovnávacím Fit Indexem (CFI = 0,942, $PRMSEA < 0,05 = 0,162$, SRMR = 0,056). Standardizované faktorové zátěže dosahovaly rozsahu od 0,57 u testu krátké hry do 0,89 u Combine testu, což ukazuje na dobrou až vynikající faktorovou validitu (dle Hair a kol., 2006) jednotlivých golfových testů. Generická reliabilita faktorových skóre odhadnutá pomocí McDonaldovy omegy byla rovněž velmi dobrá ($\omega = 0,86$).

Tabulka 9: Popisná charakteristika testovacích položek GSTB, koeficient vnitro třídní korelace (ICC) jako měřítko reliability a standardizované faktorové zátěže jako měřítko konstruktové validity

Testovací položky GSTB	Průměr ± SD	Reliabilita ICC (3, k)		Konstruktová validita Standardizované faktorové zátěže	
Test krátkých patů [%]	57,8 ± 16,3	0,506	Střední	0,795	Vynikající
Test dlouhých patů [m]	0,78 ± 0,23	0,679	Střední	0,805	Vynikající
Test krátké hry [m]	3,2 ± 1,4	0,602	Střední	0,565	Dobrá
Test kontroly vzdálenosti [body]	66,1 ± 12,1	0,808	Dobrá	0,644	Vynikající
Combine test [body]	69,4 ± 9,7	0,894	Dobrá	0,887	Vynikající

Legenda:

Data ze studie 1.

SD – směrodatná odchylka

3.2.2. Longitudinální sledování kondičních předpokladů a jejich vztahu s rychlostí hlavy hole

Tabulka 10 prezentuje pre-testové a post-testové hodnoty kondičních předpokladů, tedy antropometrických parametrů, parametrů tělesného složení a parametrů kondičních schopností a rychlosti hlavy hole (CHS) během jednoho a dvou let. Také je zde uvedena věcná významnost (Cohenovo d) a statistická významnost (párový T test nebo Wilcoxonův Signed Rank test) rozdílů mezi pre-testem a post-testem. Bylo nalezeno významné zvýšení CHS u 2 leté (99,0 – 105,3 mph) i 1 leté skupiny (98,4 – 104,0 mph). V antropometrických parametrech bylo nalezeno významné zvýšení BH u 2 leté (174,2 – 181,6 cm) i 1 leté skupiny (170,7 – 175,9 cm) a zvýšení BM u 2 leté (69,0 – 73,5 kg) i 1 leté skupiny (61,7 – 65,5 kg). V parametrech tělesného složení bylo nalezeno významné zvýšení FFM u 2 leté (57,3 – 61,6 kg) i 1 leté skupiny (51,6 – 55,0 kg), avšak významná změna v FM nenastala ani v jedné skupině. V parametrech svalové síly extenzorů kolene bylo nalezeno významné zvýšení PTE 60 u 2 leté skupiny (304,1 – 387,8 Nm), zvýšení PTE 180 u 2 leté (232,6 – 309,1 Nm) i 1 leté skupiny (226,5 – 272,6 Nm) a zvýšení PTE 300 u 2 leté (183,6 – 232,3 Nm) i 1 leté skupiny (175,8 – 207,6 Nm). V parametrech svalové síly flexorů kolene bylo nalezeno významné zvýšení PTF 60 u 2 leté (167,4 – 220,5 Nm) i 1 leté skupiny (154,1 – 186,5 Nm), zvýšení PTF 180 u 2 leté (127,5 – 166,9 Nm) i 1 leté skupiny (115,8 – 146,9 Nm) a zvýšení PTF 300 u 2 leté (103,5 – 123,5 Nm) i 1 leté skupiny (95,2 – 111,7 Nm). V parametrech explozivní síly při vertikálních výskocích bylo nalezeno významné zvýšení PP CMJ u 2 leté (2877 – 3362 W) i 1 leté skupiny (2629 – 2837 W), zvýšení PP SQJ u 2 leté (2704 – 3228 W) i 1 leté skupiny (2439 – 2768 W) a zvýšení IMP SQJ u 1 leté skupiny (2,2 – 2,8 Ns.kg^{-1}). Ačkoliv došlo ke zvýšení v IMP CMJ u 2 leté (2,9 – 3,2 Ns.kg^{-1}) i 1 leté skupiny (2,9 – 3,4 Ns.kg^{-1}), tyto změny nebyly významné. U parametrů JH CMJ a JH SQJ nebyl nalezen významný rozdíl mezi pre-testem a post-testem.

Tabulka 10: Vývoj tělesného složení, kondičních schopností a rychlosti hlavy hole během jednoho a dvou let

Proměnné	2 letá skupina			1 letá skupina		
	Pre-test Průměr ± SD	Post-test	<i>d</i>	Pre-test Průměr ± SD	Post-test	<i>d</i>
CHS [mph]	99,0 ± 7,3	105,3 ± 3,4	1,05*	98,4 ± 9,4	104,0 ± 8,1	0,61**
BH [cm]	174,2 ± 11,6	181,6 ± 9,8	0,64**	170,7 ± 11,0	175,9 ± 9,9	0,47**
BM [kg]	69,0 ± 11,3	73,5 ± 10,4	0,39*	61,7 ± 12,4	65,5 ± 10,9	0,31*
FM [kg]	11,7 ± 2,9	11,9 ± 3,3	0,07	10,2 ± 2,5	10,5 ± 1,9	0,14
FFM [kg]	57,3 ± 9,9	61,6 ± 8,1	0,44*	51,6 ± 10,4	55,0 ± 9,2	0,33**
PTE 60 [Nm]	304,1 ± 63,2	387,8 ± 66,4	1,21**	311,5 ± 98,3	354,9 ± 94,3	0,43
PTF 60 [Nm]	167,4 ± 53,7	220,5 ± 62,4	0,85**	154,1 ± 43,8	186,5 ± 58,3	0,60**
PTE 180 [Nm]	232,6 ± 45,8	309,1 ± 45,7	1,56*	226,5 ± 71,8	272,6 ± 68,0	0,63**
PTF 180 [Nm]	127,5 ± 33,2	166,9 ± 40,5	0,99**	115,8 ± 35,4	146,9 ± 46,8	0,72**
PTE 300 [Nm]	183,6 ± 36,2	232,3 ± 35,5	1,27*	175,8 ± 53,5	207,6 ± 51,4	0,58**
PTF 300 [Nm]	103,5 ± 23,9	123,5 ± 34,6	0,63*	95,2 ± 23,1	111,7 ± 35,8	0,52**
JH CMJ [cm]	31,1 ± 4,2	34,4 ± 3,0	0,84	31,8 ± 7,9	31,7 ± 6,9	<0,30
PP CMJ [W]	2877 ± 791	3362 ± 503	0,68*	2629 ± 947	2837 ± 811	<0,30*
IMP CMJ [Ns.kg ⁻¹]	2,9 ± 0,4	3,2 ± 0,3	0,71	2,9 ± 0,5	3,4 ± 1,0	0,52
JH SQJ [cm]	28,3 ± 3,5	32,2 ± 3,6	1,03	28,7 ± 7,4	30,6 ± 7,1	<0,30
PP SQJ [W]	2704 ± 750	3228 ± 544	0,75*	2439 ± 919	2768 ± 816	0,36**
IMP SQJ [Ns.kg ⁻¹]	2,3 ± 0,6	2,7 ± 0,2	0,85	2,2 ± 0,6	2,8 ± 1,2	0,53*

Legenda:

Data ze studie 2. (Brožka, Miřátský, a kol., 2023)

* Úroveň významnosti $\alpha < 0,05$, ** Úroveň významnosti $\alpha < 0,01$

SD – směrodatná odchylka, *d* – Cohenovo *d*, CHS – rychlost hlavy hole, BH – tělesná výška, BM – tělesná hmotnost, FM – tuková hmota, FFM – bez-tuková hmota, PTE – maximální točivý silový moment extenzorů kolene, PTF – maximální točivý silový moment flexorů kolene, PP – maximální výkon, JH – výška výskoku, IMP – silový impuls, CMJ – výskok s pomocí paží, SQJ – výskok z podřepu

Tabulka 11 obsahuje korelace mezi kondičními předpoklady (antropometrickými parametry, parametry tělesného složení, parametry kondičních schopností) a rychlostí hlavy hole. Všechny vybrané parametry mají významný vztah s CHS, ačkoliv tyto významné vztahy nebyly konzistentně nalezeny ve všech časových etapách a skupinách. Významné vztahy dosahovaly těchto hodnot korelační koeficientu: antropometrie $r = 0,79 - 0,83$ (silné vztahy),

tělesné složení $r = 0,67 - 0,88$ (středně silné až silné vztahy), svalová síla extenze a flexe v kolenu $r = 0,72 - 0,94$ (silné až velmi silné vztahy), explozivní síla při vertikálních výskocích $r = 0,66 - 0,98$ (středně silné až velmi silné vztahy). Ve 2 leté skupině byly nalezeny pozitivní významné vztahy mezi CHS a všemi proměnnými kromě BH v pre-testu i post-testu, BM v post-testu, FM v pre-testu i post-testu, PTF 60 v pre-testu i post-testu, PTF 180 v pre-testu, JH CMJ v post-testu, JH SQJ v post-testu, IMP CMJ v pre-testu a post-testu a IMP SQJ v pre testu a post testu. V 1 leté skupině byly nalezeny pozitivní významné vztahy mezi CHS a všemi proměnnými kromě BH v prost-testu, FM v pre-testu, IMP CMJ v post-testu a IMP SQJ v post-testu.

Tabulka 11: Korelace mezi tělesným složením, kondičními schopnostmi a rychlostí hlavy hole

Proměnné	2 letá skupina		1 letá skupina	
	Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test
	CHS [mph]			
BH [cm]	0,70	0,39	0,79**	0,56
BM [kg]	0,82*	0,70	0,83**	0,76**
FM [kg]	0,24	0,34	0,50	0,67*
FFM [kg]	0,88**	0,76*	0,87**	0,76**
PTE 60 [Nm]	0,88**	0,72*	0,91**	0,84**
PTF 60 [Nm]	0,68	0,63	0,87**	0,85**
PTE 180 [Nm]	0,89**	0,81*	0,93**	0,90**
PTF 180 [Nm]	0,66	0,79*	0,87**	0,84**
PTE 300 [Nm]	0,92**	0,80*	0,94**	0,89**
PTF 300 [Nm]	0,74*	0,72*	0,90**	0,84**
JH CMJ [cm]	0,89**	0,33	0,86**	0,90**
PP CMJ [W]	0,93**	0,77*	0,98**	0,92**
IMP CMJ [Ns.kg ⁻¹]	0,44	-0,09	0,64*	0,59
JH SQJ [cm]	0,76*	0,50	0,84**	0,91**
PP SQJ [W]	0,89**	0,80*	0,97**	0,94**
IMP SQJ [Ns.kg ⁻¹]	0,43	0,39	0,66*	0,47

Legenda:

Data ze studie 2. (Brožka, Miřátský, a kol., 2023)

* Úroveň významnosti $\alpha < 0,05$, ** Úroveň významnosti $\alpha < 0,01$

CHS – rychlost hlavy hole, BH – tělesná výška, BM – tělesná hmotnost, FM – tuková hmota, FFM – bez-tuková hmota, PTE – maximální točivý silový moment extenzorů kolene, PTF – maximální točivý silový moment flexorů kolene, PP – maximální výkon, JH – výška výskoku, IMP – silový impuls, CMJ – výskok s pomocí paží, SQJ – výskok z podřepu

Tabulka 12 obsahuje vztahy mezi absolutním rozdílem (Δ delta) v CHS a absolutním rozdílem v tělesném složení a kondičních schopnostech. Pozitivní významný vztah byl nalezen mezi Δ CHS a Δ BH, Δ PP CMJ, Δ PP SQJ ($r = 0,52 - 0,56 =$ středně silný vztah) v celkovém

hodnocení obou skupin. Negativní významný vztah byl nalezen mezi Δ CHS a Δ PTF 180, Δ PTF 300 ($r = -0,56, -0,58 =$ středně silné vztahy) v celkovém hodnocení obou skupin. Pozitivní vztah (blížíci se významnosti) byl nalezen mezi Δ CHS a Δ FFM ($r = 0,43, p = 0,07$), Δ PTE 60 ($r = 0,44, p = 0,06$) v celkovém hodnocení obou skupin. Pozitivní významný vztah byl nalezen mezi Δ CHS a Δ BH ve 2 leté skupině ($r = 0,77 =$ silný vztah) a mezi Δ CHS a Δ PP SQJ v 1 leté skupině ($r = 0,62 =$ středně silný vztah). Negativní významný vztah byl nalezen mezi Δ CHS a Δ PTF 300 ve 2 leté skupině ($r = -0,75 =$ silný vztah).

Tabulka 12: Rozdíl mezi pre-testem a post-testem v tělesném složení, kondičních schopnostech a rychlosti hlavy hole a korelace mezi vzájemnými rozdíly proměnných

Proměnné	2 letá skupina		1 letá skupina		Celkově
	Průměr \pm SD	Korelace s Δ CHS	Průměr \pm SD	Korelace s Δ CHS	Korelace s Δ CHS
Δ CHS [mph]	6,4 \pm 4,0	1	5,6 \pm 4,0	1	1
Δ BH [cm]	7,4 \pm 5,8	0,77*	5,2 \pm 4,0	0,36	0,56*
Δ BM [kg]	4,5 \pm 4,3	0,36	3,8 \pm 3,8	0,18	0,27
Δ FM [kg]	0,3 \pm 1,6	-0,35	0,3 \pm 1,6	0,00	-0,15
Δ FFM [kg]	4,3 \pm 3,6	0,59	3,5 \pm 2,6	0,25	0,42
Δ PTE 60 [Nm]	83,6 \pm 29,5	0,44	43,4 \pm 45,6	0,46	0,44
Δ PTF 60 [Nm]	53,1 \pm 24,1	-0,19	32,5 \pm 20,9	-0,12	-0,10
Δ PTE180 [Nm]	76,5 \pm 12,6	0,02	46,2 \pm 18,9	0,40	0,26
Δ PTF 180 [Nm]	39,4 \pm 20,1	-0,65	31,1 \pm 19,8	-0,55	-0,56*
Δ PTE 300 [Nm]	48,6 \pm 10,6	0,10	31,8 \pm 12,2	0,21	0,19
Δ PTF 300 [Nm]	20,0 \pm 14,8	-0,75*	16,5 \pm 16,6	-0,49	-0,58*
Δ JH CMJ [cm]	3,3 \pm 3,9	0,64	-0,2 \pm 3,6	0,08	0,33
Δ PP CMJ [W]	485,1 \pm 435,9	0,68	208,9 \pm 247,1	0,45	0,55*
Δ IMP CMJ [Ns.kg ⁻¹]	0,3 \pm 0,5	0,51	0,4 \pm 0,7	-0,48	-0,14
Δ JH SQJ [cm]	3,9 \pm 3,8	0,20	1,8 \pm 2,9	0,24	0,24
Δ PP SQJ [W]	523,1 \pm 407,6	0,47	329,7 \pm 221,7	0,62*	0,52*
Δ IMP SQJ [Ns.kg ⁻¹]	0,4 \pm 0,6	0,30	0,5 \pm 0,9	-0,23	-0,06

Legenda:

Data ze studie 2. (Brožka, Miřátský, a kol., 2023)

+ pozitivní hodnoty delta (Δ) indikují zlepšení v parametru, - negativní hodnoty delta (Δ) indikují zhoršení v parametru

* Úroveň významnosti $\alpha < 0,05$, ** Úroveň významnosti $\alpha < 0,01$

SD – směrodatná odchylka, Δ delta – absolutní rozdíl hodnot mezi pre-testem a post-testem, CHS – rychlost hlavy hole, BH – tělesná výška, BM – tělesná hmotnost, FM – tuková hmota, FFM – bez-tuková hmota, PTE – maximální točivý silový moment extenzorů kolene, PTF – maximální točivý silový moment flexorů kolene, PP – maximální výkon, JH – výška výskoku, IMP – silový impuls, CMJ – výskok s pomoci paží, SQJ – výskok z podřepu

3.2.3. Longitudinální sledování golfových dovedností a jejich vztahu s ukazateli herní výkonnosti

Tabulka 13 prezentuje korelační matici mezi hendikepem, roční výkonností, třemi nejlepšími koly v daném roce, třemi nejlepšími koly v době testování a rychlostí hlavy hole. Byly nalezeny pozitivní, významné vzájemné vztahy mezi hendikepem, roční výkonností, třemi nejlepšími koly v daném roce a třemi nejlepšími koly v době testování v pre-testu i post-testu u obou skupin ($r = 0,84 - 0,97 =$ velmi silné vztahy). Nicméně, nebyl prokázán významný vztah mezi rychlostí hlavy hole a golfové herní výkonnosti ($r = -0,17 - -0,46 =$ slabý až středně silný nevýznamný vztah).

Tabulka 13: Korelační matice mezi indikátory golfové herní výkonnosti a rychlosti hlavy hole

Proměnné	Průměr ± SD	HCP	YP	TOP3	TOP3A	CHS
1 letá skupina pre-test						
HCP	6,5 ± 5,8	1				
YP	9,6 ± 6,8	0,97**	1			
TOP3	4,5 ± 6,8	0,97**	0,97**	1		
TOP3A	7,2 ± 7,9	0,96**	0,97**	0,96**	1	
CHS [mph]	100,2 ± 7,5	-0,17	-0,25	-0,22	-0,35	1
1 letá skupina post-test						
HCP	3,6 ± 4,4	1				
YP	6,8 ± 5,1	0,99**	1			
TOP3	1,3 ± 4,8	0,98**	0,97**	1		
TOP3A	4,7 ± 6,2	0,94**	0,92**	0,95**	1	
CHS [mph]	103,8 ± 6,9	-0,18	-0,28	-0,28	-0,35	1
2 letá skupina pre-test						
HCP	6,0 ± 5,9	1				
YP	9,1 ± 6,5	0,96**	1			
TOP3	3,8 ± 6,5	0,95**	0,97**	1		
TOP3A	7,0 ± 7,6	0,91**	0,96**	0,96**	1	
CHS [mph]	99,6 ± 7,2	-0,46	-0,45	-0,39	-0,41	1
2 letá skupina post-test						
HCP	2,1 ± 4,5	1				
YP	4,6 ± 4,2	0,95**	1			
TOP3	0,1 ± 4,5	0,96**	0,97**	1		
TOP3A	3,3 ± 4,8	0,84**	0,92**	0,91**	1	
CHS [mph]	104,8 ± 6,7	-0,27	-0,31	-0,35	-0,43	1

Legenda:

Data ze studie 3.

* Úroveň významnosti $\alpha < 0,05$, ** Úroveň významnosti $\alpha < 0,01$

HCP – hendikep, YP – roční výkonnost, TOP3 – tři nejlepší kola v daném roce, TOP3A - tři nejlepší kola v době testování, CHS – rychlost hlavy hole

Tabulka 14 prezentuje pre-testové a post-testové hodnoty ukazatelů golfové herní výkonnosti, rychlosti hlavy hole a úrovně golfových dovedností během jednoho a dvou let. Také je zde uvedena věcná významnost (Cohenovo d) a statistická významnost (párový T test nebo Wilcoxonův Signed Rank test) rozdílů mezi pre-testem a post-testem. V ukazatelích golfové herní výkonnosti bylo nalezeno významné snížení HCP u 2 leté (6,0 – 2,1) i 1 leté skupiny (6,5 – 3,6), významné snížení relativního počtu ran YP u 2 leté (9,1 – 4,6) i 1 leté skupiny (9,6 – 6,8), významné snížení relativního počtu ran TOP3 u 2 leté (3,8 – 0,1) i 1 leté skupiny (4,5 – 1,3) a významné snížení relativního počtu ran TOP3A u 2 leté skupiny (7,0 – 3,3). Tyto výsledky ukazují na obecný trend zvyšující se herní výkonnosti v obou skupinách. Stejně jako v longitudinální studii 2, došlo v longitudinální studii 3 k významnému zvýšení CHS u 2 leté (99,6 - 104,8 mph) a 1 leté skupiny (100,2 – 103,8 mph). Významné zvýšení úrovně golfových dovedností bylo nalezeno pouze u zvýšení přesnosti (snížení vzdálenosti mezi dopadovou pozicí míče a cílem) dlouhých přihrávacích ran u 2 leté skupiny (11,9 – 9,4 m) a významné zvýšení vzdálenosti odpalů u 2 leté skupiny (228,8 – 242,3 m). U žádné jiné úrovně golfových dovedností nebyl nalezen významný rozdíl mezi pre-testem a post-testem. U úrovně krátkých patů bylo nalezeno nevýznamné zvýšení úspěšnosti u 2 leté skupiny (56,5 – 62,3 %) a nevýznamné snížení úspěšnosti u 1 leté skupiny (60,7 – 54,0 %). U úrovně dlouhých patů bylo nalezeno nevýznamné zvýšení přesnosti (snížení vzdálenosti mezi výslednou pozicí míče a jamkou) u 2 leté (0,86 – 0,71 m) i 1 leté skupiny (0,81 – 0,73 m). U úrovně krátké hry z ferveje bylo nalezeno nevýznamné zvýšení přesnosti (snížení vzdálenosti mezi výslednou pozicí míče a jamkou) u 2 leté skupiny (2,3 – 2,1 m) a nevýznamné snížení přesnosti u 1 leté skupiny (2,1 – 2,3 m). U úrovně krátké hry z bankru a krátkých přihrávacích ran nebylo nalezeno významné zvýšení ani snížení přesnosti. U úrovně přesnosti odpalů bylo nalezeno nevýznamné zvýšení přesnosti (snížení vzdálenosti mezi dopadovou pozicí míče a cílovou linií) u 2 leté skupiny (18,1 – 15,8 m) a nevýznamné snížení přesnosti u 1 leté skupiny (17,2 – 17,9 m).

Tabulka 14: Vývoj výkonnosti golfových dovedností, rychlosti hlavy hole a golfové herní výkonnosti během jednoho a dvou let

Proměnné	2 letá skupina			1 letá skupina		
	<i>Pre-test</i>	<i>Post-test</i>	<i>d</i>	<i>Pre-test</i>	<i>Post-test</i>	<i>d</i>
	Průměr ± SD			Průměr ± SD		
HCP	6,0 ± 5,9	2,1 ± 4,5	0,70**	6,5 ± 5,8	3,6 ± 4,4	0,54**
YP	9,1 ± 6,5	4,6 ± 4,2	0,79**	9,6 ± 6,8	6,8 ± 5,1	0,44**
TOP3	3,8 ± 6,5	0,1 ± 4,5	0,65**	4,5 ± 6,8	1,3 ± 4,8	0,51*
TOP3A	7,0 ± 7,6	3,3 ± 4,8	0,56*	7,2 ± 7,9	4,7 ± 6,2	0,34
CHS [mph]	99,6 ± 7,2	104,8 ± 6,7	0,72**	100,2 ± 7,5	103,8 ± 6,9	0,47*
Krátké paty [%]	56,5 ± 14,6	62,3 ± 15,1	0,38	60,7 ± 12,7	54,0 ± 12,5	0,52
Dlouhé paty [m]	0,86 ± 0,22	0,71 ± 0,15	0,74	0,81 ± 0,21	0,73 ± 0,19	0,36
Krátká hra z ferveje [m]	2,3 ± 0,7	2,1 ± 0,6	0,34	2,1 ± 0,7	2,3 ± 0,6	0,34
Krátká hra z bankru [m]	5,3 ± 2,1	5,5 ± 2,2	0,09	6,0 ± 2,6	6,0 ± 2,7	0,00
Krátké přihrávací rány [m]	6,1 ± 1,4	6,0 ± 2,6	0,04	5,8 ± 1,3	6,2 ± 2,2	0,24
Dlouhé přihrávací rány [m]	11,9 ± 5,1	9,4 ± 2,1	0,61*	13,0 ± 5,1	10,7 ± 2,4	0,55
Vzdálenost odpalů [m]	228,8 ± 21,1	242,3 ± 15,9	0,69*	224,6 ± 23,2	235,1 ± 15,5	0,50
Přesnost odpalů [m]	18,1 ± 5,2	15,8 ± 5,3	0,43	17,2 ± 6,3	17,9 ± 5,7	0,12

Legenda:

Data ze studie 3.

* Úroveň významnosti $\alpha < 0,05$, ** Úroveň významnosti $\alpha < 0,01$

SD – směrodatná odchylka, d – Cohenovo d, HCP – hendikep, YP – roční výkonnost, TOP3 – tři nejlepší kola v daném roce, TOP3A - tři nejlepší kola v době testování, CHS – rychlost hlavy hole

Tabulka 15 prezentuje korelace mezi golfovými dovednostmi a golfovou herní výkonností. Úroveň krátké hry z bankru, krátkých i dlouhých přihrávacích ran, vzdálenosti i přesnosti odpalů má významný vztah se všemi indikátory golfové herní výkonnosti. Ačkoliv, tyto významné vztahy nebyly konzistentně nalezeny ve všech časových etapách a skupinách. Významné vztahy mezi úrovní golfových dovedností a golfové herní výkonnosti dosahovaly těchto hodnot korelační koeficientu: krátká hra z bankru $r = 0,54 - 0,68$ (středně silné vztahy); krátké přihrávací rány $r = 0,55 - 0,70$ (středně silné až silné vztahy); dlouhé přihrávací rány $r = 0,65 - 0,85$ (středně silné až silné vztahy); vzdálenost odpalů $r = -0,50 - -0,58$ (středně silné vztahy); a přesnost odpalů $r = 0,47 - 0,60$ (středně silné vztahy). Nebyl nalezen žádný významný vztah mezi úrovní krátkých patů, dlouhých patů, krátké hry z ferveje a golfovou herní výkonností v žádné ze sledovaných skupin.

Tabulka 15: Korelace mezi golfovými dovednostmi a golfovou herní výkonností

Proměnné	2 letá skupina		1 letá skupina	
	Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test
	HCP			
Krátké paty [%]	0,35	-0,19	0,36	-0,28
Dlouhé paty [m]	0,20	0,34	0,21	0,49
Krátká hra z ferveje [m]	-0,10	0,06	0,08	0,39
Krátká hra z bankru [m]	0,60**	0,54*	0,57*	0,26
Krátké přihrávací rány [m]	0,64**	0,34	0,63*	0,23
Dlouhé přihrávací rány [m]	0,81**	0,25	0,66**	0,36
Vzdálenost odpalů [m]	-0,54*	-0,42	-0,27	-0,49
Přesnost odpalů [m]	0,52*	0,04	0,55*	0,14
	YP			
Krátké paty [%]	0,31	-0,23	0,29	-0,28
Dlouhé paty [m]	0,14	0,31	0,13	0,40
Krátká hra z ferveje [m]	0,06	0,19	0,14	0,31
Krátká hra z bankru [m]	0,68**	0,54*	0,57*	0,10
Krátké přihrávací rány [m]	0,68**	0,55*	0,70**	0,14
Dlouhé přihrávací rány [m]	0,85**	0,42	0,66**	0,40
Vzdálenost odpalů [m]	-0,56*	-0,48	-0,33	-0,51
Přesnost odpalů [m]	0,47*	0,12	0,58*	0,13
	TOP3			
Krátké paty [%]	0,40	-0,25	0,36	-0,34
Dlouhé paty [m]	0,16	0,29	0,23	0,41
Krátká hra z ferveje [m]	0,05	0,12	0,16	0,31
Krátká hra z bankru [m]	0,55*	0,55*	0,43	0,24
Krátké přihrávací rány [m]	0,58*	0,45	0,60*	0,27
Dlouhé přihrávací rány [m]	0,84**	0,32	0,65*	0,34
Vzdálenost odpalů [m]	-0,50*	-0,51	-0,27	-0,57
Přesnost odpalů [m]	0,49*	0,18	0,60*	0,193
	TOP3A			
Krátké paty [%]	0,42	-0,38	0,39	-0,23
Dlouhé paty [m]	0,08	0,30	0,13	0,35
Krátká hra z ferveje [m]	-0,04	0,15	0,02	0,32
Krátká hra z bankru [m]	0,64**	0,30	0,54*	0,24
Krátké přihrávací rány [m]	0,66**	0,58*	0,64*	0,36
Dlouhé přihrávací rány [m]	0,81**	0,52	0,73**	0,39
Vzdálenost odpalů [m]	-0,50*	-0,58*	-0,37	-0,57
Přesnost odpalů [m]	0,43	0,14	0,49	0,190

Legenda: Data ze studie 3.

* Úroveň významnosti $\alpha < 0,05$, ** Úroveň významnosti $\alpha < 0,01$

HCP – hendikep, YP – roční výkonnost, TOP3 – tři nejlepší kola v daném roce, TOP3A – tři nejlepší kola v době testování

Tabulka 16 obsahuje vztahy mezi absolutním rozdílem (Δ delta) v golfové herní výkonnosti a absolutním rozdílem v úrovni golfových dovedností. Byly nalezeny pozitivní významné vzájemné vztahy mezi Δ HCP, Δ YP, Δ TOP3 a Δ TOP3A ve 2 leté skupině ($r = 0,63 - 0,90 =$ středně silné až velmi silné vztahy), 1 leté skupině ($r = 0,69 - 0,87 =$ středně silné až silné vztahy) i v hodnocení obou skupin ($r = 0,51 - 0,88 =$ středně silné až silné vztahy). Byly nalezeny pozitivní významné vztahy mezi Δ CHS a Δ HCP, Δ YP, Δ TOP3A v hodnocení obou skupiny ($r = 0,45 - 0,49 =$ středně silné vztahy), avšak žádné významné vztahy nebyly nalezeny mezi proměnnými u 2 leté a 1 leté skupiny. Pozitivní významný vztah byl nalezen mezi Δ HCP, Δ YP, Δ TOP3, Δ TOP3A a Δ dlouhých přihrávacích ran u 2 leté skupiny ($r = 0,73 - 0,88 =$ silné vztahy) a také v celkovém hodnocení obou skupin ($r = 0,48 - 0,77 =$ středně silné až silné vztahy). Pozitivní významný vztah byl nalezen mezi Δ TOP3A a Δ krátkých přihrávacích ran u 1 leté skupiny ($r = 0,71 =$ silný vztah) a u celkového hodnocení ($r = 0,57 =$ středně silný vztah). Pozitivní významný vztah byl nalezen mezi Δ TOP3, Δ TOP3A a Δ přesnosti odpalů u 2 leté skupiny ($r = 0,60 - 0,63 =$ středně silné vztahy) a mezi Δ TOP3 a Δ přesnosti odpalů u celkového hodnocení ($r = 0,51 =$ středně silný vztah). Pozitivní významný vztah byl nalezen mezi Δ YP a Δ vzdálenosti odpalů u 2 leté skupiny ($r = 0,56 =$ středně silný vztah).

Tabulka 16: Rozdíl mezi pre-testem a post-testem v úrovni golfových dovedností, rychlosti hlavy hole a golfové herní výkonnosti a korelace mezi vzájemnými rozdíly proměnných

Proměnné	Průměr \pm SD	Korelace s Δ HCP	Korelace s Δ YP	Korelace s Δ TOP3	Korelace s Δ TOP3A
Δ HCP	2,9 \pm 2,1	1			
Δ YP	2,7 \pm 2,4	0,84**	1		
Δ TOP3	3,1 \pm 3,0	0,78**	0,87**	1	
Δ TOP3A	2,5 \pm 4,6	0,70**	0,69**	0,77**	1
Δ CHS [mph]	3,4 \pm 4,2	0,25	0,21	0,14	0,43
Δ Krátké paty [%]	-6,7 \pm 19,8	-0,47	-0,37	-0,42	-0,36
Δ Dlouhé paty [m]	0,08 \pm 0,25	0,019	-0,30	0,09	0,09
Δ Krátká hra z ferveje [m]	-0,2 \pm 0,7	-0,15	-0,18	-0,03	0,01
Δ Krátká hra z bankru [m]	0,0 \pm 3,3	0,13	-0,24	-0,06	0,20
Δ Krátké přihrávací rány [m]	-0,6 \pm 2,2	0,18	0,45	0,21	0,71*
Δ Dlouhé přihrávací rány [m]	2,6 \pm 4,9	0,54	0,52	0,50	0,57
Δ Vzdálenost odpalů [m]	9,3 \pm 18,2	0,10	0,11	-0,07	-0,04
Δ Přesnost odpalů [m]	-1,1 \pm 8,8	0,30	0,40	0,51	0,22

2 letá skupina						
Δ HCP	3,8 ± 2,6	1				
Δ YP	4,5 ± 3,6	0,63**	1			
Δ TOP3	3,8 ± 3,5	0,64**	0,90**	1		
Δ TOP3A	3,7 ± 5,6	0,40	0,82**	0,84**	1	
Δ CHS [mph]	6,3 ± 5,4	0,52	0,54	0,45	0,52	
Δ Krátké paty [%]	5,9 ± 22,4	-0,39	-0,17	-0,15	-0,19	
Δ Dlouhé paty [m]	0,14 ± 0,30	0,24	-0,08	0,13	-0,09	
Δ Krátká hra z ferveje [m]	0,2 ± 0,9	-0,00	0,31	0,41	0,12	
Δ Krátká hra z bankru [m]	-0,2 ± 2,2	-0,13	0,05	-0,24	-0,18	
Δ Krátké přihrávací rány [m]	0,1 ± 2,4	-0,29	0,15	0,14	0,46	
Δ Dlouhé přihrávací rány [m]	3,2 ± 5,6	0,73**	0,88**	0,87**	0,78**	
Δ Vzdálenost odpalů [m]	15,6 ± 15,0	0,50	0,56*	0,33	0,39	
Δ Přesnost odpalů [m]	1,7 ± 5,1	0,40	0,41	0,63*	0,60*	
Celkově korelace						
Δ HCP		1				
Δ YP		0,70**	1			
Δ TOP3		0,69**	0,88**	1		
Δ TOP3A		0,51**	0,78**	0,81**	1	
Δ CHS [mph]		0,45*	0,48*	0,36	0,49*	
Δ Krátké paty [%]		-0,34	-0,12	-0,21	-0,21	
Δ Dlouhé paty [m]		0,19	-0,05	0,12	-0,01	
Δ Krátká hra z ferveje [m]		0,00	0,26	0,27	0,11	
Δ Krátká hra z bankru [m]		-0,02	-0,04	-0,16	-0,02	
Δ Krátké přihrávací rány [m]		-0,07	0,19	0,19	0,57**	
Δ Dlouhé přihrávací rány [m]		0,48*	0,66**	0,58**	0,77**	
Δ Vzdálenost odpalů [m]		0,34	0,37	0,16	0,21	
Δ Přesnost odpalů [m]		0,30	0,39	0,51**	0,31	

Legenda:

Data ze studie 3.

+ pozitivní hodnoty delta (Δ) indikují zlepšení v parametru, - negativní hodnoty delta (Δ) indikují zhoršení v parametru

* Úroveň významnosti $\alpha < 0,05$, ** Úroveň významnosti $\alpha < 0,01$

SD – směrodatná odchylka, Δ delta – absolutní rozdíl hodnot mezi pre-testem a post-testem, HCP – hendikep, YP – roční výkonnost, TOP3 – tři nejlepší kola v daném roce, TOP3A – tři nejlepší kola v době testování, CHS – rychlost hlavy hole

3.3. Diskuze

3.3.1. Standardizace testové baterie golfových dovedností (GSTB)

Prvním dílčím cílem této dizertační práce bylo vytvořit validní a reliabilní testovou baterii, která by sloužila k objektivizaci úrovně jednotlivých golfových dovedností. Výsledky ukazují dobrou úroveň reliability u testu kontroly vzdálenosti a Combine testu a střední úroveň u ostatních testů krátkých patů, dlouhých patů a krátké hry (Tabulka 9). U Combine testu, testu kontroly vzdálenosti, testu dlouhých patů a testu krátké hry se dala předpokládat vyšší úroveň reliability než u testu krátkých patů především díky jejich přesné evaluaci, tj. vzdálenostní mezi výslednou pozicí míče a jamky. Naopak krátké paty jsou hodnoceny pouze četností úspěšných pokusů. Jednou z možností potenciální zvýšení reliability testu krátkých patů by mohla být kombinace hodnocení úspěšnosti úspěšných patů a u neúspěšných pokusů hodnocení výsledné pozice míče. Je totiž předpokládáno, že čím více hráč patuje míče za jamku (při neúspěšných pokusech), tím se zvyšuje pravděpodobnost na zasažení jamky. Z výzkumu je již zjištěno, že ideální vzdálenost míče za jamkou při neúspěšném pokusu je do 40 cm, kdy při průjezdu míče kolem jamky, má míč ideální rychlost do ní padnout (Couceiro a kol., 2012; Pelz, 2000). Z pohledu počtu pokusů, byl Combine test nejdelším testem, kde hráč absolvoval 60 úderů, oproti testu kontroly vzdálenosti (15 úderů), krátké hry (16 úderů), testu dlouhých patů (18 úderů) a testu krátkých patů (18 úderů). Další možností zvýšení úrovně reliability by bylo zvýšení počtu úderů u jednotlivých testů. Například při konstantním počtu pozic, ale přidání dvou opakování ke každé pozici by se úroveň reliability dle ICC zvýšila následovně: test krátkých patů (původní ICC: 0,506; nové ICC: 0,581; počet úderů: 30 úderů), test dlouhých patů (původní ICC: 0,679; nové ICC: 0,757; počet úderů: 30 úderů); a test krátké hry (původní ICC: 0,602; nové ICC: 0,752; počet úderů: 36 úderů). Naopak kvůli časové náročnosti, by mohlo dojít ke snížení počtu úderů v Combine testu. Ten i ve zkrácené verzi, kde hráč provede pouze tři údery na každý cíl na místo šesti, dosahuje vysoké test re-test reliability (Robertson a kol., 2013). Podle predikce při odebrání třech úderů na každou pozici, by se ICC u Combine testu snížilo pouze z 0,894 na 0,821 a náročnost testu by se snížila z 60 na 30 úderů. Benefitem při zanechání plného testu je srovnání hráčů s ostatními elitními hráči, jelikož Combine test je celosvětově užívaný.

Výsledky konstruktové validity ukázaly, že jeden latentní faktor velice dobře vysvětluje vzájemné vztahy mezi testy golfových dovedností. To bylo potvrzeno nesignifikantním chi-

kvadrát testem, který zkoumal rozdíl mezi pozorovanou kovarianční maticí a kovarianční maticí založenou na modelu. Standardizované faktorové zátěže jsou prezentované v Tabulce 9 a dosahovaly rozsahu od 0,57 u testu krátké hry do 0,89 u Combine testu, což ukazuje na dobrou až vynikající faktorovou validitu jednotlivých golfových testů. Ačkoliv konstruktová validita dle více testů dosáhla vysoké úrovně, pro další výzkum doporučujeme ověřit také kriteriální validitu jednotlivých testů. Kritérium v těchto případech by mělo být přímo spojeno s herním výsledkem na hřišti, tj. s herními statistikami či jinými indikátory herního výkonu.

Vyvinutá testová baterie prokázala i svojí praktičnost. Je možné ji využít při testování více hráčů současně, kdy hráči plní postupně jednotlivé testy. Každý test krátkých patů, dlouhých patů a krátké hry trvá přibližně patnáct minut a závěrečný Combine test čtyřicet pět minut. V závislosti na přechodech mezi jednotlivými testy a individuálním rozcvičením může testování celé baterie trvat přibližně dvě hodiny a třicet minut. Testová baterie je snadno použitelná pro široký okruh trenérů. Při testování více hráčů současně jsou zapotřebí čtyři trenéři (testující), ačkoliv pokud je testován individuální hráč, stačí pouze jeden trenér. Pomůcky, které jsou potřeba k testování, jsou lehké dosažitelné (měřicí pásma, kužely, míče atd.) až na radarové zařízení TrackMan, které je povětšinou běžné pouze v golfových akademiích nikoliv u jednotlivých trenérů. Mohlo by dojít k modifikaci testové baterie, při které by nebyla potřeba zařízení TrackMan pro hodnocení testu kontroly vzdálenosti a Combine testu. Hodnocení by pak nebylo na základě výsledné vzdálenosti míče od cíle, ale na základě zasažených kružnic kolem cíle, jako například ve studii od Ma'mun a Abdullah (2018), kde bylo zasažení jednotlivých kružnic od cíle bodováno.

3.3.2. Longitudinální sledování kondičních předpokladů a jejich vztahu s rychlostí hlavy hole

Druhým dílčím cílem této dizertační práce bylo objektivizovat úroveň kondičních schopností ve vztahu k produkci energie v průběhu golfového švihů. Hráči dosáhli srovnatelné úrovně CHS (post-test 2 leté skupiny: $105,3 \pm 3,4$ mph; post-test 1 leté skupiny: $104,0 \pm 8,1$ mph) jako výzkumný soubor ve studii od Coughlan a kol. (2020) zabývající se také elitními juniorskými hráči golfu ($104,8 \pm 7,5$ mph). Nicméně hráči zaostávají oproti profesionálním hráčům na PGA Tour, kde průměrná CHS dosahuje úrovně $115,0 \pm 4,0$ mph (PGA Tour, 2023a). Tento rozdíl se však předpokládá, protože juniorští hráči ještě nedovršili svůj fyzický vývoj. Hráči mají velice podobný somatotyp z pohledu výšky a hmotnosti jako hráči ze zmíněné studie od Coughlan a kol. (2020) a proto ji můžeme použít k porovnání úrovně kondičních

schopností. Hráči v této studii dosáhli podobné výšky výskoku CMJ v pre-testu (1 letá skupina: $31,8 \pm 7,9$ cm; 2 letá skupina: $31,1 \pm 4,2$ cm) jako ve zmíněné studii ($32,5 \pm 8,0$ cm), ačkoliv v post-testu dané hráče 2 letá skupina překonává ($34,4 \pm 3,0$ cm). Maximální výkon CMJ reflektuje tyto výsledky. Profesionální hráči golfu pod 30 let dosahují výšky výskoku $36,0 \pm 6,0$ cm u SQJ (Lewis a kol., 2016), což v porovnání s touto studií je o přibližně 4 - 5 cm vyšší výškok. Výsledky svalové síly při extenzi a flexi v koleni nelze porovnávat s ostatními studii, jelikož tento test byl zatím prováděn pouze u elitních hráček golfu (Chung a kol., 2014). Porovnání můžeme najít u jiných juniorských sportovců, jako například u fotbalistů ($15,1 \pm 1,0$ let), kteří ve studii od Iga a kol. (2009) dosahují PTE 60: 351 Nm a PTF 60: 194 Nm, což jsou srovnatelné výsledky s naší studií v post-testu u 2 leté (PTE 60: 387,8 Nm; PTF 60: 220,5 Nm) i 1 leté skupiny (PTE 60: 354,9 Nm; PTF 60: 186,5 Nm). Například junioři ($14,9 \pm 1,1$ let), kteří se neúčastní organizovaného sportovního tréninku, dosahují nižšího PTE 60: 298 Nm a PTF 60 163 Nm (Iga a kol., 2009). Elitní juniorští golfisté zatím zaostávají v kondičních schopnostech ve srovnání s profesionálními golfisty, ačkoliv dosahují podobných výsledků jako juniorští sportovci v jiných sportech. To je v rozporu s obecným názorem, kde jsou golfisté vnímáni jako kondičně hůře připravení sportovci.

V průběhu jednoho i dvou let se juniorští hráči zlepšili v produkci energie v průběhu golfového švihů (zvýšení CHS) jak je možné vidět v Tabulce 10. To značí nejen efektivní specifický (golfový) i nespecifický trénink (kondiční příprava, doplňkové sporty), ale také vliv biologického vývoje. Nespecifický trénink, jehož součástí byla kondiční příprava nebo doplňkový sport, nedosahoval potřebné úrovně (Lloyd & Oliver, 2012), v průměru pouze 2,7 hodin v týdnu. Z pohledu antropometrie a tělesného složení, se hráčům signifikantně zvýšila tělesná výška, tělesná hmotnost i bez-tuková hmota. Nicméně, nedošlo k významnému zvýšení tukové hmoty. Zvyšující se bez-tuková hmota a neměnná tuková hmota je obvyklým projevem v období maturace od 13 do 18 roku (Guo a kol., 1997) a naše zjištění jsou s tímto v souladu. Hráči v obou skupinách (1 a 2 letá) se zlepšili mezi pre-testem a post-testem v kondičních parametrech i v různých druzích svalové kontrakce. Nicméně, tyto zlepšení nebyly statisticky významné ve všech silových testech a parametrech. Nedošlo ke zvýšení výšky výskoku a impulsu síly u obou vertikálních výskoků (kromě impulsu síly u 1 leté skupiny). Jelikož bylo nalezeno významné zvýšení tělesné hmotnosti, mohlo se předpokládat, že nedojde k významnému zvýšení výšky výskoku (Markovic a kol., 2014). Nicméně, bylo předpokládáno, že relativní impuls síly se zvýší díky tréninku (hráči budou aplikovat více síly do země). Vertikální výškok CMJ obsahuje plyometrickou fázi, ve které je přechod z excentrické do

koncentrické kontrakce. Během této krátké amortizační fáze dochází k akumulaci elastické energie, po které následuje fáze maximálního zrychlení ve směru pohybu (Bobbert & Casius, 2005; Pleša a kol., 2022). To vyžaduje vysokou úroveň svalové koordinace, která může v juniorském věku chybět, ať už z důvodu jejich tělesného vývoje a zrychleného růstu nebo z důvodu nezastoupení těchto cviků v tréninku. Také bylo nalezeno významné zvýšení v maximálním výkonu v obou vertikálních výskocích, nicméně toto zvýšení je částečně díky zvýšení tělesné hmotnosti.

Korelace CHS s tělesnou výškou a tělesnou hmotností byly již ověřeny v předchozích studiích a naše výsledky jsou s nimi v souladu (Tabulka 11). Významný vztah mezi CHS a tělesnou výškou byl nalezen pouze v jednom období, naopak s tělesnou hmotností ve třech obdobích. Korelace CHS s tělesnou výškou i hmotností jsou vyšší ($r = 0,76 - 0,83$), než uvádí studie od Coughlan a kol. (2020), která se také zabývala juniorskými hráči golfu ($r = 0,44$, $r = 0,41$). Zjevná nejistota přetrvává ohledně parametrů tělesného složení, u kterých několikero studií našlo protichůdné výsledky (Coughlan a kol., 2020; Hellstrom, 2009; Keogh a kol., 2009). Výsledky této studie ukázaly silný a významný vztah mezi CHS a bez-tukovou hmotou v obou skupinách. Naopak tuková hmota měla významný vztah s CHS pouze u post-testu u 1 leté skupiny. Předpokládáme, že aktivní svalová hmota má významný vliv na schopnost hráčů golfu dosáhnout vysoké CHS a proto je FFM nejcennějším faktorem tělesného složení. Korelace CHS se silovými parametry byly nalezeny u dospělých (Hellström, 2008; Read a kol., 2013; Wells a kol., 2019) i juniorských golfistů (Coughlan a kol., 2020), nicméně byly zjištěny rozdíly mezi předchozími studii a našimi výsledky. Maximální výkon produkovaný během vertikálních výskoků je silně spojen s CHS, jak předchozí studie (Coughlan a kol., 2020; PP CMJ: $r = 0,41$; Wells a kol., 2022; PP CMJ: $r = 0,66$) i tato ukázaly (PP CMJ: $r = 0,77 - 0,98$), ovšem některé studie toto tvrzení nepotvrdily (Leary a kol., 2012; PP CMJ: $r = 0,22$). Rozdíl může být způsoben tím, zda byly hodnoty maximálního výkonu vypočteny z rovnice, nebo určeny přímo ze silových desek. Podobná situace je i u výšky výskoku, kde v naší studii vykazovala velmi silnou korelaci s CHS (JH CMJ: $r = 0,86 - 0,90$), nicméně podobná studie od zahrnující juniorské golfisty ukázala opačný výsledek (Coughlan a kol., 2020; JH CMJ: $r = 0,11$). To může být způsobeno tím, že zmíněná studie počítala výšku výskoku pomocí videozáznamu v MyJump aplikaci. Z výsledků tedy můžeme vyvodit, že je vždy nutné srovnávat výsledky, které byly nasbírány a vypočítány stejným způsobem. Podle literatury, silový impuls je nejdůležitějším parametrem v hodnocení vertikálních výskoků, protože je to příčinná veličina (Wells a kol., 2022). V této studii jsme našli směs významných,

nevýznamných, středně silných vztahů mezi relativním impulsem síly a CHS. Ačkoli impuls síly nebyl zkoumán u juniorských hráčů golfu, na elitní dospělé úrovni je vysoce spojen s CHS (Wells a kol., 2019; Wells a kol., 2018; IMP CMJ: $r = 0,79$; IMP SQJ: $r = 0,69$; Wells a kol., 2022; IMP CMJ: $r = 0,70$). Je třeba poznamenat, že rozdílem od zmíněných studií je, že naše studie použila relativní impuls síly vztažený k tělesné hmotnosti (pouze významné vztahy: IMP CMJ: $r = 0,64$; IMP SQJ: $r = 0,66$). Domníváme se tedy, že impuls na kilogram ukazuje čistý vliv svalové síly dolních končetin při vertikálním skoku. Z výsledků pak můžeme vyvodit, že tělesná hmotnost hraje při produkci CHS větší roli než svalová síla vytvářená během vertikálních výskoků u juniorských golfistů. Dizertační práce je zaměřená na vztah mezi běžně používanými fyzickými testy a CHS, ale byla také rozšířena o test izokinetické síly flexorů a extenzorů kolene, který nebyl v předchozích studiích použit u hráčů golfu, pouze u profesionálních hráček golfu (Chung a kol., 2014). Hlavním důvodem pro použití tohoto testu bylo zapojení dolních končetin během golfového švihů, kdy je nutná aktivní flexe a extenze v kolenu, aby byla umožněna rychlá rotace pánve při náprahu a švihů k míči (Han, Como, Kim, Hung, a kol., 2019). Touto izolovanou metodou lze zjistit účinek určité izolované skupiny svalů (extenzorů a flexorů), a proto je jednodušší k provedení mladších jedinců, kteří nemají dostatečně vyvinutou techniku pro více kloubové cvičení nebo testy. Podle výsledků této studie, svalová síla extenzorů a flexorů kolene významně koreluje s CHS ($r = 0,63 - 0,94 =$ střední, silné až velmi silné vztahy). Z těchto důvodů by tato metoda mohla být účinná pro sběr dat o svalové síle u mládeže, aby bylo možné sledovat a hodnotit účinnost jejich silového rozvoje. Zajímavé je, že Chung a kol. (2014) nenalezli významné korelace mezi vzdáleností odpalů a maximálním silovým točivým momentem při extenzi a flexi kolene ($r = 0,02 - 0,11 =$ zanedbatelné a nevýznamné vztahy). Rozdíl oproti signifikantním korelacím v naší studii může být, že zmiňovaná studie vyšetřovala profesionální hráčky golfu a také že maximální točivý moment byl v relativních hodnotách vztažených k hmotnosti.

V Tabulce 12 jsou uvedeny vývojové změny mezi pre-testem a post-testem během 1 a 2 let v CHS, parametrech tělesného složení a kondičních schopnostech. Korelace mezi vývojovými změnami zjistily dynamické vztahy mezi proměnnými a odhalily dlouhodobý efekt parametrů tělesného složení a kondičních schopností na zvýšení CHS. Z pohledu antropometrických parametrů a tělesného složení, pouze změna v tělesné výšce koreluje se zlepšením v CHS. Změna tělesné výšky způsobí změnu pákových poměrů v golfovém švihů a tím i zvýšení CHS. Vztah mezi Δ CHS a Δ FFM byl blížíící se významnosti ($p = 0,07$) se střední silou mezi proměnnými. Tento nevýznamný vztah je však důležitý, jelikož na rozdíl od tělesné

výšky, která je vysoce dědičná, FFM může být zvýšena fyzickým tréninkem, jak ukazují intervenční studie (Ehlert, 2020b). Tento výsledek dokazuje význam fyzického rozvoje a zvyšování aktivní svalové hmoty k následnému zvýšení CHS u juniorských golfistů. Výsledky také ukazují, že maximální výkon vyprodukovaný během vertikálních výskoků je nejsilnějším determinantem zvýšení CHS, což také ukazuje na důležitost především svalové hmoty. Zvýšení maximálního výkonu během obou výskoků koreluje se zvýšením CHS (celkové hodnocení obou skupin) a u SQJ u 1 leté skupiny. Tento výsledek je v souladu se zjištěním od Bull a Bridge (2012), kteří našli zvýšení rychlosti paží a rukou ve švihů k míči po plyometrickém tréninku. Ačkoliv je vertikální výskok komplexní pohyb, když jsou horní končetiny omezeny, jako u CMJ a SQJ, vyprodukovaná síla je silně determinovaná explozivní silou dolních končetin. Nicméně, žádný významný vztah nebyl nalezen mezi Δ CHS a Δ JH nebo Δ IMP vertikálních výskoků. Z tohoto důvodu věříme, že zvýšení CHS je zapříčiněno spíše zvýšením tělesné hmotnosti, než explozivní silou dolních končetin při výskoku. Také byl nalezen vztah blízký se významnosti mezi Δ CHS a Δ PTE 60, což je ukazatel maximální síly extenzorů kolena. Změna v maximální síle silně ovlivňuje CHS, na druhou stranu, změna sub-maximální a rychlé síly extenzorů kolene (vyšší úhlové rychlosti 180 a 300°·s⁻¹) neovlivňuje pozitivně zvýšení CHS. To může znamenat, že při vyšších úhlových rychlostech, juniorští golfisté nejsou schopni rychle vyvinout dostatečnou sílu. Naopak u nižší úhlové rychlosti (60°·s⁻¹) mají dostatek času pro celkové vyjádření síly. Golfista používá maximální sílu k produkci CHS, což pravděpodobně nejvíce reflektuje rychlost dolních končetin na začátku náprahu, kde dolní končetiny působí proti zemi. Překvapivě byly zjištěny negativní významné vztahy mezi Δ CHS a zvýšením síly flexorů kolene, zejména mezi Δ CHS a Δ PTF 180, Δ PTF 300 v celkovém hodnocení obou skupin a také mezi Δ CHS a Δ PTF 300 ve 2 leté skupině. Výsledky ukázaly, že ačkoli jak PTF 180 i PTF 300 vysoce korelovaly s CHS (v pre-testu a post-testu), nárůst těchto parametrů byl spojen s menším nebo negativní změnou CHS. Vliv flexorů kolene na CHS by měl být hlouběji prozkoumán v budoucích studiích. Toto zjištění také ukazuje na nesoulad mezi průřezovými a longitudinálními výsledky. Většina vztahových analýz se opírá o průřezové výsledky, které však nemusí odrážet realitu.

3.3.3. Longitudinální sledování golfových dovedností a jejich vztahu s ukazateli herní výkonnosti

Tato studie si stanovila několikero závislých proměnných a bylo zapotřebí identifikovat jejich vzájemné vztahy (Tabulka 13). Hendikep je celosvětově využívané měřítko golfové výkonnosti a to i ve výzkumu. Používá se také k rozřazení hráčů do výkonnostních skupin

(Bradshaw a kol., 2009) nebo k výběru do národních týmů (ČGF, 2023). Jelikož se jedná o průměr osmi nejlepších soutěžních her z posledních dvaceti odehraných her, považuje se hendikep za vhodný ukazatel dlouhodobé výkonnosti hráče. Roční výkonnost je ukazatel střednědobé výkonnosti hráče, ačkoliv se rok od roku mění, je považován za ukazatel stabilní, který zahrnuje všechna zahraniční kola v daném roce. Tento ukazatel se využívá také pro výběr do národních týmů (ČGF, 2023). Naopak průměr třech nejlepších kol za rok ukazuje tendence hráče k vynikajícím výsledkům. Průměr třech nejlepších kol v době testování ukazuje aktuální krátkodobou výkonnost hráče. Tento ukazatel byl zvolen především kvůli identifikaci výkonnostního období těsně kolem testování. Je důležité podotknout, že většina předchozích studií používala pouze HCP jako ukazatel výkonnosti a až do této studie se v literatuře neobjevilo více ukazatelů výkonnosti. Především používání aktuální výkonnosti v časové oblasti kolem testování je absolutní novum. Výsledky ukázaly, že všechny výše zmíněné ukazatele herní výkonnosti mají navzájem velmi silný vztah. To ukazuje především to, že hráči s dlouhodobě vysokou výkonností dokáží výkonnost potvrdit i v krátkodobějším období. Je důležité podotknout, že golfová herní výkonnost není vysoce konzistentní, což potvrzuje výzkum od Clark (2002), který nenalezl korelaci mezi dvěma po sobě jdoucími koly u profesionálních hráčů golfu. Tabulka 16 ukazuje, že změny mezi ukazateli golfové herní výkonnosti vzájemně silně korelují ($r = 0,51 - 0,90 =$ středně silné až velmi silné vztahy). To znamená, že pokud se zlepší krátkodobá výkonnost, ovlivní to i dlouhodobou výkonnost.

U předchozích studií rychlost hlavy hole, jako indikátor produkce energie v průběhu golfového švihů, silně a významně korelovala s výkonnostní úrovní rekreačních (Fradkin a kol., 2004a; Leary a kol., 2012; Sheehan a kol., 2019) i elitních (Sell a kol., 2007) amatérských hráčů golfu. Nicméně výsledky této studie ukazují, že rychlost hlavy hole (CHS) nemá významný vztah s herní výkonností juniorských golfistů. Musíme však podotknout, že například vztah mezi CHS a HCP v pre-testu u 2 leté skupiny dosahoval hodnoty korelačního koeficientu $r = -0,46$ a p hodnota se blížila významnosti 0,057. Tento výsledek může mít několikero odůvodnění. Ačkoliv je CHS největším determinantem výsledné vzdálenosti letu míče, je možné, že hráči s nižší CHS mají tak výborné nastavení ostatních determinantů (vzletový úhel, rotace míče, kvalita kontaktu s míčem), že dosahují podobné výsledné vzdálenosti a tím i vysoké výkonnostní úrovně. Alternativním vysvětlením může být, že hráči s nižší CHS dosahují nižší výsledné vzdálenosti letu míče, ale vyčnívají v ostatních golfových dovednostech a tak dosahují vysoké herní výkonnosti. Z pohledu jednotlivých ukazatelů herní výkonnosti je vidět, že CHS má vyšší korelace s aktuální (TOP3A; $r = -0,35 - -0,43$) než se střednědobou a

dlouhodobou výkonností (HCP, YP, TOP3). Zajímavé však je, že studie od Coughlan a kol. (2020) našla významný vztah mezi CHS a hendikepem ($r = -0,50$) u juniorských hráčů golfu podobného věku ($15,1 \pm 0,8$ let). Rozdíl oproti této studii může být vysvětlen mírně vyšší výkonností (HCP: $1,8 \pm 2,4$), nicméně srovnatelnou úrovní CHS ($104,8 \pm 7,5$ mph). Ačkoliv naše výsledky jsou nevýznamné, v některých skupinách dosahuje hodnota korelačního koeficientu podobně silného vztahu. To je znázorněno i v Tabulce 16, kde je prezentován významný vztah mezi Δ CHS a Δ YP, Δ TOP3A ($r = 0,45 - 0,49 =$ středně silné vztahy), což znamená, že při změně CHS dochází i ke změně golfové herní výkonnosti. Je důležité podotknout, že CHS je důležitým parametrem výkonnosti profesionálních hráčů golfu a tak je velmi důležitým i pro juniorské hráče vzhledem k budoucímu rozvoji a přechodu do profesionálního golfu.

Třetím dílčím cílem této dizertační práce bylo objektivizovat úroveň jednotlivých golfových dovedností ve vztahu k výkonu na hřišti. Hráči dosáhli nižší úspěšnosti krátkých patů (< 3 m; $54,0 - 62,3$ %) než profesionální hráči na PGA Tour ($71,8 \pm 4,2$ %). Nicméně srovnatelné přesnosti dlouhých patů (tato studie: odchylka míče od jamky u patů mezi $7 - 13$ m: $0,71 - 0,86$ m; PGA Tour: odchylka míče od jamky po první patu: $0,69 \pm 0,04$ m). Hráči dosáhli srovnatelné přesnosti krátké hry z ferveje v okolí jamkoviště (< 30 m; $2,1 - 2,3$ m) jako profesionální hráči na PGA Tour ($2,3 \pm 0,18$ m), nicméně hráči dosáhli výrazně horších výsledků v přesnosti krátké hry z bankru v okolí jamkoviště (< 30 m; $5,3 - 6,0$ m) oproti hráčům na PGA Tour ($2,9 \pm 0,34$ m). Hráči dosáhli horší přesnosti krátkých i dlouhých přihrávacích ran na jamkoviště ($55 - 95$ m: $5,8 - 6,2$ m; $105 - 165$ m: $9,4 - 13,0$ m) než profesionální hráči na PGA Tour ($46 - 90$ m: $5,2 \pm 0,94$; $91 - 160$ m: $7,2 \pm 0,56$). Hráči také dosáhli kratší vzdálenosti ($224,6 - 242,3$ m) a horší přesnosti odpalů ($15,8 - 18,1$ m) než profesionální hráči na PGA Tour (vzdálenost odpalů: $274,8 \pm 7,91$; přesnost odpalů: $7,6 \pm 0,39$). V obecnosti můžeme shrnout, že elitní juniorští hráči golfu se od profesionálních hráčů na PGA Tour liší především v úrovni krátkých patů, krátké hry z bankru, krátkých i dlouhých přiher na jamkoviště a také ve vzdálenosti a přesnosti odpalů. Nicméně v úrovni dlouhých patů a krátké hry z ferveje se těmito hráčům vyrovnají. Je zapotřebí podotknout, že statistiky hráčů PGA Tour jsou sbírány přímo v turnajovém prostředí, což můžeme klasifikovat jako obtížnější podmínky, než které měli juniorští hráči na testování (PGA Tour, 2023a). Tyto výkonnostní mety mohou hráčům sloužit k dosažení potřebné elitní výkonnosti v dospělé kategorii a v tréninku je motivovat k podávání výrazně lepších výsledků.

V průběhu jednoho i dvou let se juniorští hráči zlepšili v golfové herní výkonnosti mezi pre-testem a post-testem u HCP, YP a TOP3 u obou sledovaných skupin a také u TOP3A u 2 leté skupiny (Tabulka 14). Z výsledků je očividné, že juniorští hráči zatím nedosahují svého maximálního potenciálu a tudíž se jejich herní výkonnost každým rokem zlepšuje. Toto zlepšení není pouze na úrovni krátkodobé výkonnosti, ale je významné i u střednědobých a dlouhodobých ukazatelů. Hráčům se také významně zvýšila vzdálenost odpalů, konkrétně u 2 leté skupiny. Tento fakt je spojen s tím, že se i výrazně zrychluje CHS jako nejsilnější determinant celkové vzdálenosti letu míče. Hráči se také významně zlepšili v přesnosti dlouhých přihrávacích ran na jamkoviště u 2 leté skupiny. To lze opět vysvětlit zvyšující se vzdáleností odpalů a zrychlující se CHS. Například, pokud se hráč zlepší v CHS a dosahuje tedy delší vzdálenosti odpalů, je schopen na delší vzdálenosti (105 – 165 m) využít kratší hole s vyšším loftem, které dosahují vyšší přesnosti (Brožka a kol., 2022). Je také zajímavé, že významné zlepšení ve vzdálenostech odpalů i přesnosti dlouhých přihrávacích ran nastává až po 2 letech. Výsledky také ukazují, že nedošlo k významnému zlepšení v ostatních golfových dovednostech, jako jsou krátké a dlouhé paty, krátká hra z ferveje a bankru, krátké přihrávací rány, či přesnost odpalů. Výsledky kondičních schopností ukazují, že se hráči v průběhu času vyvíjí a tím i zlepšují, nicméně u dovedností je situace odlišná. Výsledky golfových dovedností ukazují, že neexistuje obecný trend kontinuálního zlepšování, to znamená, že ne všichni hráči se zlepšují ve všech dovednostech současně. Například se mohou zlepšit jen v některých z nich a v ostatních se mohou zhoršit či zůstat na stejné úrovni. Jelikož se však hráči významně zlepšují v ukazatelích herní výkonnosti, musí se hráči také zlepšovat alespoň v některých golfových dovednostech. Domníváme se, že zvýšení herní výkonnosti je tak velké že samotné prodloužení vzdálenosti by k tomuto zlepšení nevedlo.

Úroveň krátké hry z bankru, krátkých i dlouhých přihrávacích ran, vzdálenosti i přesnosti odpalů má významný vztah se všemi indikátory golfové herní výkonnosti a tyto vztahy jsou prezentované v Tabulce 15. Nejsilnější vztah s herní výkonností má přesnost dlouhých a krátkých přihrávacích ran, kde korelační koeficient dosahuje úrovně až $r = 0,85$. Důležitost krátkých a dlouhých přihrávacích ran se ukázala také ve studii James a Rees (2008), která našla významný vztah mezi přesností dlouhých přihrávacích ran a pozicí na světovém žebříčku hráčů PGA Tour (45-90 m: $r = 0,56$; 90-140 m: $r = 0,49$; 140-180 m: $r = 0,71$; >180: $r = 0,64$). Zatímco významné, ale pouze středně silné vztahy byly nalezeny mezi vzdáleností odpalů, přesností odpalů, přesnost krátké hry z bankru a golfovou herní výkonností. Překvapivým výsledkem studie je, že vzdálenost odpalů má významný vztah s výkonností, ale

rychlost hlavy hole při kontaktu s míčem nikoliv, ačkoliv většina literatury uvádí CHS jako nejsilnější determinant vzdálenosti letu míče (Sweeney a kol., 2013). Naše publikovaná studie (Brožka a kol., 2022) upozorňuje na větší vliv kvality kontaktu mezi holí a míčem na výslednou vzdálenost u amatérských hráčů golfu. Je možné, že u juniorských hráčů není CHS tak silným determinantem vzdálenosti a i ostatní impaktové faktory jako kvalita kontaktu, vzletový úhel a počet rotací míče hrají vysokou roli. Úspěšnost krátkých patů, přesnost dlouhých patů ani přesnost krátké hry z ferveje nemá významný vztah s výkonností. Zjištění naší studie jsou podobné jako u studie od Broadie (2012), která zjistila, že dlouhá hra představuje 73 % variace v celkovém počtu získaných úderů u profesionálních hráčů golfu ve srovnání s krátkými údery (11 %) a patováním (17 %). Překvapující může být nevýznamný vztah obou testů patování vzhledem k herní výkonnosti, ačkoliv ještě do roku 2011 bylo patování klíčovou dovedností v profesionálním golfu a stále podle některých studií má významný vliv na výkonnost (Alexander, 2005). Například už Gryc a kol. (2021) našli pouze slabě až středně silné vztahy mezi úspěšností krátkých patů a hendikepem (1 m: $r = -0,34$, 3 m: $r = -0,36$) a úspěšností krátkých patů a počtem ran za kolo (1 m: $r = -0,48$, 3 m: $r = -0,54$) u amatérských hráčů golfu. Statistická nevýznamnost nebo nižší věcná významnost u některých dovedností než byla předpokládána, je možné vysvětlit několika důvody. Zaprvé je možné, že nároky na podmínky golfového hřiště na juniorské úrovni nevyvíjejí na tyto dovednosti takový tlak, aby byly významně důležité po dosažení určité úrovně výkonnosti. Například juniorští hráči hrají na hřištích, které mají kratší jamky, než na hřišti kde hrají profesionální hráči. To může způsobit, že hráči nejsou hřištěm nuceni hrát delší vzdálenost odpalů. Toto je možné vysvětlení, proč vzdálenost odpalů nekoreluje ještě s vyšší věcnou významností s herní výkonností. Přejít do dospělé kategorie, kde se následně vyžaduje extrémní délka odpalů, může pro některé hráče být překážkou. Například u přesnosti dlouhých patů, pokud je výsledná vzdálenost míče od jamky 80 cm nebo 30 cm neudělá žádný výkonnostní rozdíl, protože obě situace vedou ke dvěma patům. Vzhledem k úspěšnosti krátkých patů je otázkou, zda by patovací test v těžších podmínkách vzhledem k svahu a rychlosti jamkoviště neodhalil více rozdílů mezi herní výkonností. Alternativním a potencionálně navazujícím vysvětlením může být, že trenéři juniorských hráčů mají tendenci klást na tyto dovednosti při tréninku důraz, nebo že výsledky vyplývají ze standardizovaných tréninkových návyků hráčů. Například na cvičné louce jsou cílové vzdálenosti 50, 75, 100, 150 m, na které hráči hrají častěji než na jiné vzdálenosti. Pro elitní juniorské golfisty je důležité zvážit, zda jejich současná úroveň dovedností a jejich rovnováha v tréninku je dostatečná pro přechod mezi profesionály, nebo zda je potřeba změnit důraz a lépe se připravit na soutěže na nejvyšší úrovni. V roce 2013 byla důležitost golfových

dovedností podle vlivu na výdělek profesionálních hráčů na PGA Tour následující: délka odpalů, přesnost odpalů, patování, hra železy, krátká hra z ferveje, krátká hra z bankru (Baugher a kol., 2016). Možným vysvětlením rozdílů oproti PGA Tour je, že hráči hrají na mnohem delších hřištích ve srovnání s juniory, takže vzdálenost odpalů má větší potenciál odlišit dobré hráče od těch nejlepších. Kromě toho jsou podmínky pro patování na PGA Tour bezpochyby mnohem náročnější, díky kombinaci vysoké rychlosti jamkovišť a velkých sklonů, které se na různých hřištích mění každý turnajový týden. S tím souvisí i změna typu trávy a ostatní proměnné, jako je směr růstu trávy, se kterými je potřeba se vypořádat (Pelz, 2000). Znalost této jemné motorické dovednosti je proto klíčovým rozlišovacím znakem i na úrovni PGA Tour. Dále je potřeba zdůraznit rozdíly v podmínkách provádění dovedností mezi těmito dvěma skupinami golfistů. Ačkoli hráči v naší studii mohli být motivováni k dobrým výsledkům v GSTB, podmínky jsou nesrovnatelné se soutěžním tlakem, který je přítomen během turnajů na PGA Tour, kdy se hraje o živobytí, tituly a světové žebříčky. Proto je kromě úpravy golfového tréninku a rovnováhy mezi dovednostmi zásadní, aby tyto dovednosti byly konzistentní a odolné v podmínkách vysokého soutěžního stresu (Carson & Collins, 2016). Naše studie se liší především ve vyšší důležitosti krátké hry z bankru. Tento fakt by mohl být z důvodu obecně špatné úrovně hry z bankru u výkonnostně horších hráčů, což mohlo posílit vztah mezi proměnnými. Úroveň krátké hry z bankru silný vztah s výkonností v juniorském golfu, ačkoliv v profesionálním nikoliv. Je pravdou, že hra z bankru se v golfové hře vyskytuje jen minimálně a tak není předpokládána její důležitost (Pelz, 1999).

V Tabulce 16 jsou uvedeny vývojové změny mezi pre-testem a post-testem během 1 a 2 let v ukazatelích herní výkonnosti a úrovni golfových dovedností. Korelace mezi vývojovými změnami odhalila skutečné dlouhodobé vlivy golfových dovedností na zlepšení herní výkonnosti. Tento způsob zpracování a analýzy odhalil, že pouze zlepšení přesnosti dlouhých přihrávacích ran má významný a silný vliv na zlepšení všech ukazatelů golfové herní výkonnosti. Žádná jiná dovednost neměla významný vztah se všemi ukazateli, ačkoliv zlepšení přesnosti krátkých přihrávacích ran mělo významný a silný vztah s Δ TOP3A u 1 leté skupiny, zlepšení přesnosti odpalů mělo významný a středně silný vztah s Δ TOP3 a Δ TOP3A u 2 leté skupiny a zvýšení vzdálenosti odpalů mělo významný a středně silný vztah s Δ YP u 2 leté skupiny. V celkovém hodnocení obou skupin zlepšení v přesnosti dlouhých a krátkých přihrávacích ran a zlepšení v přesnosti odpalů mělo významný vztah alespoň s jedním ukazatelem golfové herní výkonnosti. Z těchto výsledků tedy můžeme usoudit, že přesnost

dlouhých přihrávacích ran je klíčovou dovedností u juniorských hráčů golfu stejně jako u profesionálních hráčů golfu (Broadie, 2012; James & Rees, 2008).

3.3.4. Souhrnná diskuze

Především díky biologickému vývoji, ale také vlivem specifického a nespecifického tréninku se hráči zlepšili ve sledovaných kondičních předpokladech. To má za následek i významné zlepšení v CHS, jako ukazatele produkce energie v průběhu golfového švihů. Juniorští hráči golfu se zlepšili v golfové aktuální i dlouhodobé herní výkonnosti díky četnému specifickému tréninku. Avšak zlepšení v úrovni golfových dovedností bylo zaznamenáno pouze u vzdálenosti odpalů a přesnosti dlouhých přihrávacích ran, což je také pravděpodobně spojeno se zvyšující se CHS. Vztahová analýza odhalila významné a silné vztahy mezi HCP, YP, TOP3 a TOP3A, avšak nebyl prokázán vztah mezi CHS a ani jedním ukazatelem golfové herní výkonnosti. Nicméně se ukázal vztahy mezi změnou CHS a zlepšením herní výkonnosti.

CHS má významný vztah s většinou vybraných antropometrických parametrů, parametrů tělesného složení a parametrů kondičních schopností. Například byl nalezen významný a silný vztah mezi CHS a FFM, naopak FM měla povětšinou nevýznamné a slabé korelace s CHS. Změna FFM má pozitivní vztah blížící se významnosti se zvýšením CHS. Tento výsledek poukazuje na důležitost budování aktivní svalové hmoty u juniorských hráčů golfu. Z pohledu antropometrie, také změna tělesné výšky, kdy se mění i pákové poměry v golfovém švihů, měla významný vztah se zvýšením CHS. JH a PP u obou výskoků významně a silně korelují s CHS, avšak IMP nedosahuje tak vysokých a významných vztahů s CHS. To se prokázalo při hodnocení změn v CHS a kondičních schopnostech, kde pouze změna PP při vertikálním výskoku měla pozitivní a významný vztah na zvýšení CHS. Domníváme se, že na produkci CHS se podílí více tělesná hmotnost než explozivní svalová síla vytvářená během vertikálních výskoků u juniorských golfistů. Změna maximální síly produkované při extenzi kolene má pozitivní vztah blížící se významnosti se zvýšením CHS. Naopak sub-maximální a rychlá síla flexorů kolene má významný, ale negativní vliv na změnu v CHS. Tyto výsledky poukazují na důležitost maximální síly extenzorů kolena na produkci CHS a také upozorňují na nutnost detailnějšího prozkoumání flexorů kolena a jejich vliv na CHS, především z důvodu nejednotnosti ve výsledcích průřezového a longitudinálního šetření.

HCP, YP, TOP3 a TOP3A má významný vztah s úrovní krátké hry z bankru, krátkých i dlouhých přihrávacích ran a vzdálenosti i přesnosti odpalů. Pouze změna úrovně dlouhých přihrávacích ran má pozitivní vztah se zlepšením herní výkonnosti. Opět se tedy ukazuje

významnost CHS, která je bezesporu také spojena s přesností dlouhých přihrávacích ran. Došlo tedy k identifikaci klíčových dovedností, které až na některé jsou v souladu s výsledky u profesionálních hráčů golfu. Patování, v minulosti nejdůležitější dovednost v profesionálním golfu, ani krátká hra nemají významný vztah s herní výkonností u juniorských golfistů. V diskuzní části bylo uvedeno několik vysvětlení, proč u těchto dovedností nebyla nalezena důležitost vzhledem k výkonnosti. Roli zde mohou hrát podmínky golfových hřišť na juniorské úrovni, rovnováha jednotlivých dovedností v tréninkovém procesu, trenéři a jejich tlak na dovednosti či standardizované tréninkové prostředí.

3.4. Závěr

Cílem práce bylo objektivizovat úroveň golfových dovedností a kondičních předpokladů a identifikovat vzájemné vztahy mezi jednotlivými determinanty výkonu v průběhu víceletého vývoje elitních juniorských hráčů golfu.

Díličními cíli práce bylo:

- a) vytvořit validní a reliabilní testovou baterii golfových dovedností;
- b) objektivizovat úroveň kondičních předpokladů ve vztahu k produkci energie v průběhu golfového švihů;
- c) objektivizovat úroveň jednotlivých golfových dovedností ve vztahu k výkonu na hřišti;
- d) identifikovat klíčové determinanty výkonu v průběhu víceletého vývoje elitních juniorských hráčů golfu.

Tato studie vyvinula validní a reliabilní testovou baterii golfových dovedností a zdůrazňuje důležitost sledování vývoje antropometrických parametrů, tělesného složení, kondičních schopností, herní výkonnosti a golfových dovedností u juniorských golfistů. Podobné studie mohou přispět literatuře o komplexním vývoji hráčů a ověřit vliv tréninku na výkonnost, ať už jde o golf nebo kondici. Výsledky této studie by mohly pomoci golfovým hráčům a trenérům při hodnocení aktuální výkonnosti, sestavování tréninkových plánů na základně silných a slabých stránek v golfových dovednostech i kondičních schopnostech, určení účinnosti tréninkových intervencí a hodnocení dlouhodobé výkonnosti. Navíc by mohla pomoci hráčům lépe pochopit kondiční a golfovou přípravu a jejich nároky v golfu.

Na základě zjištěných výsledků můžeme konstatovat, že přesnost dlouhých přihrávacích ran (105 – 165 m) je ve vztahu k výkonnosti nejdůležitější dovedností u juniorských hráčů golfu, následovanou přesností krátkých přihrávacích ran (55 – 95 m), vzdáleností a přesností odpalů driverem, a krátkou hrou z bankru. U krátké hry z ferveje (<30 m) a u patování nebyl zjištěn významný vztah s výkonností. Z této studie vyplývá, že nejdůležitějšími kondičními předpoklady pro dosažení maximální rychlosti hlavy hole jsou z pohledu antropometrických parametrů tělesná výška, z pohledu tělesného složení bez-tuková hmota a z pohledu kondičních schopností explozivní síla dolních končetin u vertikálního výskoku a maximální síla extenze kolene.

Nebyl nalezen stanovený statisticky významný ($p \leq 0,05$) ani věcný vztah ($r > 0,5$) mezi ukazateli golfové herní výkonnosti a rychlostí hlavy hole při kontaktu s míčem v pre-testu ani post-testu. Hypotéza H1 byla zamítnuta.

Byl nalezen stanovený statisticky významný vztah ($p \leq 0,05$) mezi změnou (pre-test vs. post-test) ukazatele golfové herní výkonnosti (ΔHCP , ΔYP , $\Delta TOP3A$) a změnou rychlosti hlavy hole při kontaktu s míčem. Avšak, hodnoty korelačního koeficientu nedosahovali požadované věcné významnosti ($r > 0,5$). Hypotéza H2 byla zamítnuta.

Byl nalezen stanovený statisticky významný ($p \leq 0,05$) a věcný vztah ($r > 0,3$) mezi některými antropometrickými parametry, parametry tělesného složení (BM a FFM) a rychlostí hlavy hole při kontaktu s míčem v pre-testu i post-testu. Hypotéza H3 byla potvrzena.

Byl nalezen stanovený statisticky významný ($p \leq 0,05$) a věcný vztah ($r > 0,3$) mezi změnou (pre-test vs. post-test) některých antropometrických parametrů (ΔBH) a změnou rychlosti hlavy hole při kontaktu s míčem. Hypotéza H4 byla potvrzena.

Byl nalezen stanovený statisticky významný ($p \leq 0,05$) a věcný vztah ($r > 0,4$) mezi všemi parametry svalové síly extenzorů a flexorů kolene (PTE 60, PTE 180, PTE 300, PTF 60, PTF 180, PTF 300), některými parametry explozivní síly při vertikálních výskocích (JH a PP u CMJ a SQJ) a rychlostí hlavy hole při kontaktu s míčem v pre-testu a post-testu. Hypotéza H5 byla potvrzena.

Byl nalezen stanovený statisticky významný ($p \leq 0,05$) a věcný vztah ($r > 0,4$) mezi změnou (pre-test vs. post-test) některých parametrů svalové síly extenzorů a flexorů kolene ($\Delta PTF 180$, $\Delta PTF 300$), změnou některých parametrů explozivní síly při vertikálních výskocích (ΔPP u CMJ a SQJ) a změnou rychlosti hlavy hole při kontaktu s míčem. Vztahy mezi $\Delta PTF 180$, $\Delta PTF 300$ a ΔCHS byly negativního směru. Hypotéza H6 byla potvrzena.

Byl nalezen stanovený statisticky významný ($p \leq 0,05$) a věcný vztah ($r > 0,5$) mezi úrovní některých golfových dovedností (krátká hra z bankru, krátké přihrávací rány, vzdálenost odpalů) a některým ukazatelem golfové herní výkonnosti v pre-testu a post-testu. Hypotéza H7 byla potvrzena.

Byl nalezen stanovený statisticky významný ($p \leq 0,05$) a věcný vztah ($r > 0,5$) mezi změnou (pre-test vs. post-test) v úrovni některé golfové dovednosti (krátké a dlouhé přihrávací rány, vzdálenost a přesnost odpalů) a změnou některého ukazatele golfové herní výkonnosti. Hypotéza H8 byla potvrzena.

3.4.1. Teoretické dopady výzkumu

Předchozí studie vytvořily testy některých dovedností v golfu (Robertson a kol., 2013; Robertson a kol., 2015). Naše studie modifikovala některé z nich a vytvořila celostní validní a reliabilní baterii, díky níž je možné izolovat jednotlivé dovednosti a hodnotit je všechny dohromady. To nám umožnilo identifikovat klíčové dovednosti golfu a relevantnost jednotlivých dovedností ve vztahu s herní výkonností. Podle výsledků naší studie je přesnost dlouhých přihrávacích ran nejdůležitější dovedností v juniorském golfu, následovanou přesností krátkých přihrávacích ran a vzdáleností a přesností odpalů. Naopak krátká hra z ferveje a patování neukazují silný vztah s výkonností. Relevantnost jednotlivých dovedností vykazuje odchylky od profesionálních hráčů golfu (Baugher a kol., 2016).

Obecně, dizertační práce předkládá holistický přístup k pochopení jednotlivých vztahů mezi herní výkonností, kondičními předpoklady a golfovými dovednostmi. Tento přístup je zatím v literatuře značně limitovaný. Navíc většina studií se zabývá mužským seniorským golfem, zatímco tato studie zkoumá hráče a hráčky golfu juniorského věku, které bylo identifikováno jako nejdůležitější období pro rozvoj elitní výkonnosti a navíc jako velice problematickým obdobím v přechodu mezi profesionální hráče golfu. Dále tato práce prezentuje longitudinální přístup k hodnocení vzájemných vztahů mezi kondičními předpoklady, golfovými dovednostmi a herní výkonností, což je v oblasti golfového výzkumu nové. V literatuře převažují průřezové studie (Leary a kol., 2012; Read a kol., 2013), které, jak náš výzkum ukázal, vykazují odlišné výsledky než vyhodnocení pomocí longitudinálního přístupu. Je podstatné hledat proměnné, které mají jasný příčinný vztah s výkonností. Celostní přístup se také ukazuje v této práci při využití více ukazatelů herní výkonnosti, jak krátkodobého (aktuální), střednědobého tak dlouhodobého charakteru. V převážné většině se v literatuře objevuje pouze hendikep jako indikátor herní výkonnosti, který však nemusí odrážet aktuální výkonnost hráče.

Dostupné golfové aplikace pro sledování herních statistik, využití přesných měřicích zařízení pro hodnocení impaktových faktorů, laboratorní testy pro zjištění kondiční připravenosti hráčů golfu a testované baterie pro hodnocení úrovně izolovaných herních dovedností v současné době poskytují možnost využití holistického přístupu při hodnocení aktuální, dlouhodobé i predikovatelné výkonnosti jednotlivých hráčů. Vzájemné vztahy mezi jednotlivými oblastmi zatím nejsou dostatečně prozkoumány a měly být součástí dalšího výzkumu.

3.4.2. Praktické dopady výzkumu

Výsledky této studie mohou být nápomocny pro trenéry a hráče golfu k diagnostice výkonu, ale také k individualizaci při sestavování tréninkových plánů. Na základě našich výsledků doporučujeme juniorským golfistům se především zaměřit na zvyšování aktivní svalové hmoty, na rozdíl od celkové tělesné hmotnosti, ve vztahu k akceleraci CHS, a zařadit do tréninku cvičení na rozvoj explozivní svalové síly (vertikální skoky) a maximální svalovou sílu dolních končetin (extenze v koleni). Z pohledu dovedností, hráčům doporučujeme trénink zaměřený na přesnost dlouhých, krátkých přihrávacích ran (55 – 165 m) a také na přesnost odpalů k rychlému dosažení vyšší výkonnosti. Nicméně pro dlouhodobý rozvoj výkonnosti je důležité, aby byly rozvíjeny i další dovednosti, které umožní úspěšný přechod ke zvládnutí nároků profesionálních turnajů; konkrétně delší vzdálenosti odpalů a úspěšnější patování. Golfovým akademiím a jejich trenérům doporučujeme dlouhodobé sledování a analýzu hráčské výkonnosti úrovně jak na hřišti, tak v tréninkovém procesu pomocí baterie golfových dovedností (GSTB) vytvořené touto studií. Některé elitní golfové akademie využívají GSTB pro hodnocení aktuální hráčské výkonnosti, hodnocení tréninkového procesu i k identifikaci hráčských silných a slabých stránek golfové hry. Společná diagnostika golfových dovedností s diagnostikou kondičních schopností umožní akademiím vytvořit standarty, podle kterých by se elitní hráč měl rozvíjet k dosažení maximálního potenciálu a tím té nejvyšší herní výkonnosti. V předložené práci byl představen postup pro hodnocení vlivu tréninkového procesu a vývoje hráče juniorského věku na herní výkon a domníváme se, že obdobný přístup by měl být již běžnou součástí práce golfových profesionálů, resp. golfových akademií připravujících elitní hráče golfu.

3.4.3. Limity práce a doporučení pro další výzkum

Navzdory novým poznatkům, které tato studie přinesla, jsme si vědomi několika limitů, které mohou mít na zjištěné výsledky vliv. Ačkoliv juniorský věk byl definován od 13 až 18 let, toto rozmezí je poměrně široké a mohou se vyskytnout rozdíly, pokud bychom vzorek rozdělili podle věku. To samé platí i pro pohlaví, kdy se výsledky nerozdělovaly na muže a ženy. Navíc juniorský věk byl definován podle chronologického věku, který může mít až 4 roky rozdíl oproti biologickému věku (Malina a kol., 2004). V kontextu soutěžního juniorského golfu se však biologický věk nezohledňuje, a tak zůstává přínosem pochopení požadavků golfu bez ohledu na tyto rozdíly. Dále u golfistů v této studii nebylo zaznamenáno, zdali v konkrétní době pracují na technických aspektech hry, které mohou mít vliv na výkon. Také jsme nezaznamenali, zda golfisté během pozorování měnili hole. Změna délky a tuhosti shaftu nebo

např. hmotnosti hlavy hole mohou u jednotlivých hráčů ovlivnit výsledky testů. Přechodné období jako např. biologický růstový spurt, změna trenéra, herního stylu, tréninkového režimu nebo technik by mělo být také zaznamenáno. Je totiž známo, že takovéto výzvy narušují výkonnost hráče a rozvoj talentu a trenéři označují tyto momenty za klíčové vzhledem k jejich potenciálnímu dopadu (pozitivního i negativního; např.: MacNamara a kol., 2010; Taylor & Collins, 2018). Budoucí studie by proto měly usilovat o získání těchto informací, aby bylo možné určit nejen úroveň dovedností, ale také herní status hráčů při absolvování testů. Je nutné podotknout, že větší velikost vzorku by nám umožnila sledovat vývoj kondičních charakteristik golfistů podrobněji.

Z pohledu vývoje GSTB, v budoucím výzkumu by bylo potřeba ověřit kriteriální validitu a test re-testovou reliabilitu podle doporučených modifikací v diskuzní části. Korelace CHS s proměnnými v pre-testu a post-testu se významně liší od korelací vývojových změn v CHS, tělesném složení a kondičních schopností. Tato studie identifikovala tuto diskrepanci, ale stále je potřeba prozkoumat tyto vztahy k dosažení hlubšího porozumění tělesným nárokům golfu. Budoucí studie by se také měly zaměřit na vliv síly horní části těla ve vztahu k CHS, s využitím longitudinálního přístupu. Kromě toho je nutné posoudit vliv různých svalových činností na CHS, protože samotný golfový švih obsahuje několik svalových kontrakcí: kontrakce proti konstantnímu odporu (země) nebo působení proti jiné svalové skupině. Doporučujeme golfovou herní výkonnost obohatit o golfové statistiky, které by doplnily výzkum o poznání mezi výkonností úrovní v tréninkovém a herním prostředí. Golfové herní statistiky by měly být přesnou evaluací herního výkonu na hřišti, například s využitím technologie GPS.

REFERENCE

- Abernethy, B., Neal, R. J., Moran, M. J., & Parker, A. W. (1990). *Expert-novice differences in muscle-activity during golf swing*. E & Fn Spon.
- Adams, M., & Tomasi, T. J. (2000). *Hrajte lépe golf*. Fragment.
- Alderslade, V., Crous, L. C., & Louw, Q. A. (2015). Correlation between passive and dynamic range of rotation in lead and trail hips during a golf swing. *South African Journal for Research in Sport Physical Education and Recreation*, 37(3), 15-28.
- Alexander, D. (2005). Drive for show and putt for dough?: An analysis of the earnings of PGA Tour golfers. *Journal of Sports Economics*, 6, 46-60. <https://doi.org/10.1177/1527002503260797>
- Ali, A. (2011). Measuring soccer skill performance: a review. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 21(2), 170-183. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2010.01256.x>
- Ali, A., Williams, C., Hulse, M., Strudwick, A., Reddin, J., Howarth, L., . . . McGregor, S. (2007). Reliability and validity of two tests of soccer skill. *Journal of Sports Sciences*, 25(13), 1461-1470. <https://doi.org/10.1080/02640410601150470>
- Allard, P., Stokes, I. A. F., & Blanchi, J. P. (1995). *Three-Dimensional Analysis of Human Movement*. Champaign: Human Kinetics.
- Alvarez, M., Sedano, S., Cuadrado, G., & Redondo, J. C. (2012). Effects of an 18-week strength training program on low-handicap golfers' performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(4), 1110-1121. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31822dfa7d>
- American College of Sports Medicine, Liguori, G., Feito, Y., Fountaine, C., & Roy, B. A. (2022). *Acsm's guidelines for exercise testing and prescription* (11 ed.).
- Ball, K., & Best, R. (2012). Centre of pressure patterns in the golf swing: individual-based analysis. *Sports Biomechanics*, 11(2), 175-189. <https://doi.org/10.1080/14763141.2012.673007>
- Barnett, L. M., Hardy, L. L., Brian, A. S., & Robertson, S. (2015). The development and validation of a golf swing and putt skill assessment for children. *Journal of Sports Science and Medicine*, 14(1), 147-154.
- Barrentine, S. W., Fleisig, G. S., Johnson, H., & Woolley, T. W. (1994). *Ground reaction forces and torques of professional and amateur golfers*.

- Baugher, C. D., Day, J. P., & Burford, E. W. (2016). Drive for show and putt for dough? Not anymore. *Journal of Sports Economics*, 17(2), 207-215. <https://doi.org/10.1177/1527002514528517>
- Bechler, J. R., Jobe, F. W., Pink, M., Perry, J., & Ruwe, P. A. (1995). Electromyographic analysis of the hip and knee during the golf swing. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 5(3), 162-166. <https://doi.org/10.1097/00042752-199507000-00005>
- Betzler, N. F., Monk, S. A., Wallace, E. S., & Otto, S. R. (2014). The relationships between driver clubhead presentation characteristics, ball launch conditions and golf shot outcomes. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part P: Journal of Sports Engineering and Technology*, 228(4), 242-249.
- Bliss, A. (2021). Modelling elite golf performance: predictors of hole score on the European Tour from 2017-2019. *International Journal of Golf Science*.
- Bobbert, M. F., & Casius, L. J. (2005). Is the effect of a countermovement on jump height due to active state development? *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 37(3), 440-446. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000155389.34538.97>
- Bompa, T. O. (2000). *Total Training for Young Champions*. Human Kinetics.
- Bourgain, M., Rouch, P., Rouillon, O., Thoreux, P., & Sauret, C. (2022). Golf swing biomechanics: A systematic review and methodological recommendations for kinematics. *Sports*, 10(6). <https://doi.org/10.3390/sports10060091>
- Bouvet, P. (2011). And if Freddie had been... a new study of the influence of driving and putting on PGA Tour performances. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 11(1), 105-120. <https://doi.org/10.1080/24748668.2011.11868533>
- Bradley, J., & Köbbling, A. (2000). *Hrajeme golf: tehnika, taktika, psihologije*. Kopp.
- Bradshaw, E. J., Keogh, J. W. L., Hume, P. A., Maulder, P. S., Nortje, J., & Marnewick, M. (2009). The effect of biological movement variability on the performance of the golf swing in high- and low-handicapped players. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 80(2), 185-196. <https://doi.org/10.1080/02701367.2009.10599552>
- Broadie, M. (2012). Assessing golfer performance on the PGA Tour. *Interfaces*, 42(2), 146-165. <https://doi.org/10.1287/inte.1120.0626>
- Brown, S. J., Selbie, W. S., & Wallace, E. S. (2013). The X-Factor: An evaluation of common methods used to analyse major inter-segment kinematics during the golf swing. *Journal of Sports Sciences*, 31(11), 1156-1163. <https://doi.org/10.1080/02640414.2013.775474>
- Brožka, M. (2016). *The influence of variable conditions on golf putting*. Prague.

- Brožka, M. (2018). *Influencing the success and accuracy of putting stroke using drill exercises*. Prague.
- Brožka, M., Carson, H. J., Komarc, M., Zahálka, F., & Gryc, T. (2023). Which specific golf skills are related to performance in skilled junior golfers? *International Journal of Golf Science*, 11(1).
- Brožka, M., Gryc, T., Kotrba, M., & Zahálka, F. (2021). Analysing the accuracy of elite amateur golf players during a pre-tournament wedge test. *The Open Sports Sciences Journal*, 14, 86-91. <https://doi.org/10.2174/1875399x02114010086>
- Brožka, M., Gryc, T., Miřátský, P., & Zahálka, F. (2022). An assessment of the relationships between ball flight results, impact factors, and golf performance. *Human Movement*, 23(1), 1-9. <https://doi.org/10.5114/hm.2021.104180>
- Brožka, M., Kotrba, M., Zahálka, F., & Gryc, T. (2023). Impact Factors Analysis: Differences in High-Level Golfers. *V recenzním řízení*.
- Brožka, M., Miřátský, P., Komarc, M., Zahálka, F., & Gryc, T. (2023). Development of body composition, lower body physical characteristics and clubhead speed in skilled junior golfers. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 63(6), 722 - 730. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.23.14472-0>
- Buckthorpe, M., Morris, J., & Folland, J. P. (2012). Validity of vertical jump measurement devices. *Journal of Sports Sciences*, 30(1), 63-69. <https://doi.org/10.1080/02640414.2011.624539>
- 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(46). <https://doi.org/10.3390/sports7120250>
- Bull, M., & Bridge, M. (2012). The effect of an 8-week plyometric exercise program on golf swing kinematics. *International Journal of Golf Science*, 1, 42-53. <https://doi.org/10.1123/ijgs.1.1.42>
- Bunc, V. (2009). Diagnostics of sport performance predisposition. *Science Review Physical Culture*, 7(1), 5-14.
- Bunc, V. (2010). Funkční laboratorní testování a možnosti jeho využití pro identifikaci sportovního talentu. In T. Perič & J. Suchý (Eds.), *Identifikace sportovních talentů*.
- Cabri, J., Sousa, J. P., Kots, M., & Barreiros, J. (2009). Golf-related injuries: A systematic review. *European Journal of Sport Science*, 9(6), 353-366. <https://doi.org/10.1080/17461390903009141>

- Cahalan, T. D., Cooney, W. P., Tamai, K., & Chao, E. Y. S. (1991). Biomechanics of the golf swing in players with pathological conditions of the forearm, wrist, and hand. *American Journal of Sports Medicine*, *19*(3), 288-293. <https://doi.org/10.1177/036354659101900314>
- Carnahan, J. (2002). Experimental study of effects of distance, slope and break on putting performance for active golfers. *Science and Golf IV: Proceedings of the World Scientific Congress on Golf*, 113-126.
- Carson, H. J., & Collins, D. (2016). The fourth dimension: A motoric perspective on the anxiety–performance relationship. *International Review of Sport and Exercise Psychology*, *9*(1), 1-21. <https://doi.org/10.1080/1750984x.2015.1072231>
- Catell, R. (1970). Handbook for the Sixteen Personality Factor Questionnaire in Clinical. *Educational, Industrial and Research Psychology*.
- Clark, R. D. (2002). Evaluating the phenomenon of choking in professional golfers. *Perceptual and Motor Skills*, *95*(3), 1287-1294. <https://doi.org/10.2466/pms.2002.95.3f.1287>
- Clark, R. D. (2003). Streakiness among professional golfers: Fact or fiction? *International journal of sport psychology*, *34*, 63-79.
- Clark, R. D. (2005a). Examination of hole-to-hole streakiness on the PGA Tour. *Perceptual and Motor Skills*, *100*(3), 806-814. <https://doi.org/10.2466/pms.100.3.806-814>
- Clark, R. D. (2005b). An examination of the “hot hand” in professional golfers. *Perceptual and Motor Skills*, *101*(3), 935-942. <https://doi.org/10.2466/pms.101.3.935-942>
- Cohen, J. (2013). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Elsevier Science.
- Cochran, A., & Stobbs, J. (1968). *The Search for the Perfect Swing*.
- Cochran, A. J., & Stobbs, J. (1999). *Search for the Perfect Swing: The Proven Scientific Approach to Fundamentally Improving Your Game*. Triumph Books.
- Coleman, S. G., & Rankin, A. J. (2005). A three-dimensional examination of the planar nature of the golf swing. *Journal of Sports Sciences*, *23*(3), 227-234.
- Couceiro, M. S., Dias, G., Martins, F. M. L., & Luz, J. M. A. (2012). A fractional calculus approach for the evaluation of the golf lip-out. *Signal Image and Video Processing*, *6*(3), 437-443. <https://doi.org/10.1007/s11760-012-0317-1>
- Coughlan, D., Taylor, M. J. D., & Jackson, J. (2018). The impact of warm-up on youth golfer clubhead speed and self-reported shot quality. *International Journal of Sports Physical Therapy*, *13*(5), 828-834. <https://doi.org/10.26603/ijsp20180828>
- Coughlan, D., Taylor, M. J. D., Jackson, J., Ward, N., & Beardsley, C. (2020). Physical characteristics of youth elite golfers and their relationship with driver club head speed.

- Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(1), 212-217.
<https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000002300>
- Česká Golfová Federace. (2022). *Oficiální statistiky ČGF*.
- ČGF. (2023). *Webové stránky České Golfové Federace*. <https://www.cgf.cz/>
- Delay, D., Nougier, V., Orliaguet, J.-P., & Coello, Y. (1997). Movement control in golf putting. *Human Movement Science*, 16(5), 597-619. [https://doi.org/10.1016/S0167-9457\(97\)00008-0](https://doi.org/10.1016/S0167-9457(97)00008-0)
- Delphinus, E. M., & Sayers, M. G. L. (2012). Putting proficiency: contributions of the pelvis and trunk. *Sports Biomechanics*, 11(2), 212-222.
<https://doi.org/10.1080/14763141.2011.638723>
- Dias, G., Couceiro, M. S., Barreiros, J., Clemente, F. M., Mendes, R., & Martins, F. M. L. (2014). Distance and slope constraints: Adaptation and variability in golf putting. *Motor Control*, 18(3), 221-243. <https://doi.org/10.1123/mc.2013-0055>
- Dias, G., Martens, F. M. L., Couceiro, M. S., Clemente, F. M., & Mendes, R. (2014). A non-linear understanding of golf putting. *South African Journal for Research in Sport Physical Education and Recreation*, 36(1), 29-47.
- Doan, B. K., Newton, R. U., Kwon, Y. H., & Kraemer, W. J. (2006). Effects of physical conditioning on intercollegiate golfer performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(1), 62-72.
- Dovalil, J. (2002). *Výkon a trénink ve sportu*. Olympia.
- 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).
<https://doi.org/10.3390/sports5010012>
- Driggers, A. R., & Sato, K. (2018). The effects of vertically oriented resistance training on golf drive performance in collegiate golfers. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 13(4), 598-606. <https://doi.org/10.1177/1747954117743374>
- Egret, C. I., Vincent, O., Weber, J., Dujardin, F. H., & Chollet, D. (2003). Analysis of 3D kinematics concerning three different clubs in golf swing. *International Journal of Sports Medicine*, 24(6), 465-469.
- Ehlert, A. (2020a). The correlations between physical attributes and golf clubhead speed: A systematic review with quantitative analyses. *European Journal of Sport Science*.
<https://doi.org/10.1080/17461391.2020.1829081>

- Ehlert, A. (2020b). The effects of strength and conditioning interventions on golf performance: A systematic review. *Journal of Sports Sciences*, 38(23), 2720-2731. <https://doi.org/10.1080/02640414.2020.1796470>
- European Golf Association, & Royal and Ancient Golf Club of St Andrews. (2021). *European golf participation report*.
- Farrally, M. R., Cochran, A. J., Crews, D. J., Hurdzan, M. J., Price, R. J., Snow, J. T., & Thomas, P. R. (2003). Golf science research at the beginning of the twenty-first century. *Journal of Sports Sciences*, 21(9), 753-765. <https://doi.org/10.1080/0264041031000102123>
- Fearing, D., Acimovic, J., & Graves, S. (2010). How to catch a tiger: Understanding putting performance on the PGA Tour. *Journal of Quantitative Analysis in Sports*, 7, 5-5. <https://doi.org/10.2139/ssrn.1538300>
- Ferdinands, R. E. D., Kersting, U. G., & Marshall, R. N. (2013). A twenty-segment kinematics and kinetics model for analysing golf swing mechanics. *Sports Technology*, 6(4), 184-201. <https://doi.org/10.1080/19346182.2013.854799>
- Fletcher, I. M., & Hartwell, M. (2004). Effect of an 8-week combined weights and plyometrics training program on golf drive performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(1), 59-62.
- Fradkin, A. J., Sherman, C. A., & Finch, C. F. (2004a). How well does club head speed correlate with golf handicaps? *Journal of Science and Medicine in Sport*, 7(4), 465-472. [https://doi.org/10.1016/S1440-2440\(04\)80265-2](https://doi.org/10.1016/S1440-2440(04)80265-2)
- Fradkin, A. J., Sherman, C. A., & Finch, C. F. (2004b). Improving golf performance with a warm up conditioning programme. *British Journal of Sports Medicine*, 38(6), 762-765. <https://doi.org/10.1136/bjism.2003.009399>
- Gabbett, T. J. (2010). The development of a test of repeated-sprint ability for elite women's soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(5), 1191-1194. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181d1568c>
- Glazier, P. (2022). An ecological-dynamical approach to golf science: Implications for swing biomechanics, club design and customisation, and coaching practice. *Sports Biomechanics*. <https://doi.org/10.1080/14763141.2022.2067075>
- Gordon, B. S., Moir, G. L., Davis, S. E., Witmer, C. A., & Cummings, D. M. (2009). An investigation into the relationship of flexibility, power, and strength to club head speed in male golfers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(5), 1606-1610. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181a3c39d>

- Green, A., Dafkin, C., Kerr, S., & McKinon, W. (2015). Relationships between physical and biomechanical parameters and golf drive performance: a field-based study. *South African Journal for Research in Sport Physical Education and Recreation*, 37(3), 83-95.
- Gryc, T., Brozka, M., Komarc, M., & Zahalka, F. (2023). The Development of the Golf Skill Test Battery. *V recenzním řízení*.
- Gryc, T., Brožka, M., Stastny, P., Miřátský, P., & Zahálka, F. (2021). Long-term and actual golf performance and their relation to putting success and accuracy in amateur players. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 21(5), 728-740. <https://doi.org/10.1080/24748668.2021.1942652>
- Gryc, T., Marencakova, J., Brozka, M., & Zahalka, F. (2020). Golf swing variability in elite female junior golfers. *Clinician and Technology*, 49, 87-91. <https://doi.org/10.14311/ctj.2019.3.03>
- Gryc, T., Stastny, P., Zahalka, F., Smolka, W., Zmijewski, P., Golas, A., . . . Maly, T. (2017). Performance and kinematic differences in putting between healthy and disabled elite golfers. *Journal of Human Kinetics*, 60(1), 233-241. <https://doi.org/10.1515/hukin-2017-0113>
- Gryc, T., Zahalka, F., Brožka, M., Marenčáková, J., Miřátský, P., Baca, A., & Stöckl, M. (2023). Do the pelvic and thorax movements differ between the sexes and influence golf club velocity in junior golfers? *Sports*, 11(3), 60. <https://doi.org/10.3390/sports11030060>
- Gryc, T., Zahálka, F., & Malý, T. (2013). Rotace horní části těla při golfovém švih u elitních hráčů. *Studia sportiva*, 7(1), 35-42.
- Gryc, T., Zahalka, F., Maly, T., & Hrasky, P. (2013). Upper body rotation and its influence on the golf swing in elite golf players of different age groups. *Česká kinantropologie*, 17(4), 116-125.
- Gryc, T., Zahalka, F., Maly, T., Mala, L., & Hrasky, P. (2015). Movement's analysis and weight transfer during the golf swing. *Journal of Physical Education and Sport*, 15(4), 781-787. <https://doi.org/10.7752/jpes.2015.04119>
- Gryc, T., Zahalka, F., Maly, T., Mala, L., Vaidova, E., & Teplan, J. (2013). Morphological and postural asymmetry of lower limbs in elite female soccer players. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 45(5), 168-168.
- Gulgin, H. R., Schulte, B. C., & Crawley, A. A. (2014). Correlation of Titleist Performance Institute (TPI) level 1 movement screens and golf swing faults. *Journal of Strength and*

- Conditioning Research*, 28(2), 534-539.
<https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31829b2ac4>
- Guo, S. S., Chumlea, W. C., Roche, A. F., & Siervogel, R. M. (1997). Age- and maturity-related changes in body composition during adolescence into adulthood: The Fels Longitudinal Study. *International Journal of Obesity*, 21(12), 1167-1175.
<https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0800531>
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., Anderson, R. E., & Tatham, R. L. (2006). *Multivariate Data Analysis* (6th ed.). Prentice Education, Inc.
- Han, K. H., Como, C., Kim, J., Hung, C. J., Hasan, M., & Kwon, Y. H. (2019). Effects of pelvis-shoulders torsional separation style on kinematic sequence in golf driving. *Sports Biomechanics*, 18(6), 663-685. <https://doi.org/10.1080/14763141.2019.1629617>
- Han, K. H., Como, C., Kim, J., Lee, S., Kim, J., Kim, D. K., & Kwon, Y. H. (2019). Effects of the golfer-ground interaction on clubhead speed in skilled male golfers. *Sports Biomechanics*, 18(2), 115-134. <https://doi.org/10.1080/14763141.2019.1586983>
- Hank, M., Maly, T., Zahalka, F., Dragijsky, M., & Bujnovsky, D. (2016). Evaluation of the horizontal movement distance of elite female beach volleyball players during an official match. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 16(3), 1087-1101.
<https://doi.org/10.1080/24748668.2016.11868950>
- Harriss, D. J., & Atkinson, G. (2015). Ethical standards in sport and exercise science research: 2016 update. *International Journal of Sports Medicine*, 36(14), 1121-1124.
<https://doi.org/10.1055/s-0035-1565186>
- Hartzell, T. A., & Nesbit, S. M. (1996). Analytical design of iron golf club heads. *Journal of Sports Sciences*, 14(4), 311-319. <https://doi.org/10.1080/02640419608727716>
- Hasegawa, Y., Fujii, K., Miura, A., & Yamamoto, Y. (2017). Resolution of low-velocity control in golf putting differentiates professionals from amateurs. *Journal of Sports Sciences*, 35(13), 1239-1246. <https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1218037>
- Havlíčková, L. (1999). *Fyziologie tělesné zátěže I. - Obecná část*. Karolinum.
- Hellstrom, J. (2009). Competitive elite golf a review of the relationships between playing results, technique and physique. *Sports Medicine*, 39(9), 723-741.
<https://doi.org/10.2165/11315200-000000000-00000>
- Hellström, J. (2008). The relation between physical tests, measures, and clubhead speed in elite golfers. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 3(1), 85-92.
<https://doi.org/10.1260/174795408785024207>

- Hellström, J., Nilsson, J., & Isberg, L. (2014). Drive for dough. PGA Tour Golfers' tee shot functional accuracy, distance and hole score. *Journal of Sports Sciences*, 32(5), 462-469.
- Hogan, B. (1957). *Five Lessons: The Modern Fundamentals of Golf*.
- Hong, D.-A., Cheung, T. K., & Roberts, E. M. (2001). A three-dimensional, six-segment chain analysis of forceful overarm throwing. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 11(2), 95-112. [https://doi.org/10.1016/S1050-6411\(00\)00045-6](https://doi.org/10.1016/S1050-6411(00)00045-6)
- Horan, S. A., & Kavanagh, J. J. (2012). The control of upper body segment speed and velocity during the golf swing. *Sports Biomechanics*, 11(2), 165-174. <https://doi.org/10.1080/14763141.2011.638390>
- Hrasky, P., Zahalka, F., Maly, T., Mala, L., & Cabell, L. (2016). Anthropometric and physiological differences between goalkeepers and professional outfield soccer players. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 48(5), 790-791. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000487373.53463.c2>
- Hu, L. t., & Bentler, P. M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural equation modeling: a multidisciplinary journal*, 6(1), 1-55.
- Hume, P. A., Keogh, J., & Reid, D. (2005). The role of biomechanics in maximising distance and accuracy of golf shots [Review]. *Sports Medicine*, 35(5), 429-449. <https://doi.org/10.2165/00007256-200535050-00005>
- Cheetham, P., Rose, G. A., Hinrichs, R., Neal, R., Mottram, R. E., Hurrion, P., & Vint, P. (2008). Comparison of kinematic sequence parameters between amateur and professional golfers. In *Science and Golf V: Proceedings of the World Scientific Congress of Golf*, Sioux Falls, SD, USA.
- Cheetham, P. J., Martin, P. E., Mottram, R. E., & Laurent, B. F. S. (2001). The importance of stretching the "X-Factor" in the downswing of golf: The "X-Factor Stretch". Dostupný online: www.amm3d.com
- Chu, Y., Sell, T. C., & Lephart, S. M. (2010). The relationship between biomechanical variables and driving performance during the golf swing. *Journal of Sports Sciences*, 28(11), 1251-1259. <https://doi.org/10.1080/02640414.2010.507249>
- Chu, Y. C., Sell, T. C., & Lephart, S. M. (2010). The relationship between biomechanical variables and driving performance during the golf swing. *Journal of Sports Sciences*, 28(11), 1251-1259, Article Pii 926905706. <https://doi.org/10.1080/02640414.2010.507249>

- Chung, S., Song, B. W., Kim, J. Y., Lim, J. Y., Kim, S. H., & Oh, J. H. (2014). Isokinetic muscle strength profile of ladies professional tour golfers. *Isokinetics and Exercise Science*, 22(3), 183-190. <https://doi.org/10.3233/ies-140535>
- Iga, J., George, K., Lees, A., & Reilly, T. (2009). Cross-sectional investigation of indices of isokinetic leg strength in youth soccer players and untrained individuals. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 19(5), 714-719. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2008.00822.x>
- IJGS. (2022). *International Journal of Golf Science* <https://www.golfsciencejournal.org/>
- Impellizzeri, F. M., Bizzini, M., Rampinini, E., Cereda, F., & Maffiuletti, N. A. (2008). Reliability of isokinetic strength imbalance ratios measured using the Cybex NORM dynamometer. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 28(2), 113-119. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1475-097X.2007.00786.x>
- Izovska, J., Hank, M., Cabell, L., Kalata, M., Bujnovsky, D., Zahalka, F., & Maly, T. (2022). The hamstring and ACL injury incidence during a season is not directly related to preseason knee strength ratios in elite male soccer players. *Applied Sciences-Basel*, 12(3), Article 1272. <https://doi.org/10.3390/app12031272>
- Jaggers, J. R., Swank, A. M., Frost, K. L., & Lee, C. D. (2008). The acute effects of dynamic and ballistic stretching on vertical jump height, force, and power. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(6), 1844-1849. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181854a3d>
- James, N. (2007). The statistical analysis of golf performance. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 2(0), 231-249.
- James, N. (2009). Performance analysis of golf: Reflections on the past and a vision of the future. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 9(2), 188-209. <https://doi.org/10.1080/24748668.2009.11868476>
- James, N., & Rees, G. D. (2008). Approach shot accuracy as a performance indicator for US PGA Tour golf professionals. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 3, 145-160. <https://doi.org/10.1260/174795408785024225>
- Jandačka, D. (2011). *Kinetická analýza lidského pohybu*. Ostravská univerzita v Ostravě.
- Janura, M., & Zahálka, F. (2004). *Kinematická analýza pohybu člověka*. Univerzita Palackého.
- Jensen, U., Schmidt, M., Hennig, M., Dassler, F. A., Jaitner, T., & Eskofier, B. M. (2015). An IMU-based mobile system for golf putt analysis. *Sports Engineering*, 18(2), 123-133. <https://doi.org/10.1007/s12283-015-0171-9>
- Johansson, S., & Mojzsis, M. (2020). *Talent Development in Czech Golf*. Czech Golf Federation.

- Johansson, U., König, R., Brattberg, P., Dahlbom, A., & Riveiro, M. (2015). Mining trackman golf data. *International Conference on Computational Science and Computational Intelligence*,
- Joyce, C. (2017). An examination of the correlation amongst trunk flexibility, x-factor and clubhead speed in skilled golfers. *Journal of Sports Sciences*, *35*(20), 2035-2041. <https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1252052>
- Joyce, C., Burnett, A., & Ball, K. (2010). Methodological considerations for the 3D measurement of the X-factor and lower trunk movement in golf. *Sports Biomechanics*, *9*(3), 206-221. <https://doi.org/10.1080/14763141.2010.516446>
- Joyce, C., Burnett, A., Cochrane, J., & Ball, K. (2013). Three-dimensional trunk kinematics in golf: between-club differences and relationships to clubhead speed. *Sports Biomechanics*, *12*(2), 108-120. <https://doi.org/10.1080/14763141.2012.728244>
- 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-Lithuania*, *56*(12). <https://doi.org/10.3390/medicina56120683>
- Karlsen, J. (2010). Performance in golf putting.
- Karlsen, J., & Nilsson, J. (2008a). Distance variability in golf putting among highly skilled players: The role of green reading. *International Journal of Sports Science & Coaching*, *3*(1), 71-80.
- Karlsen, J., & Nilsson, J. (2008b). *A new method to record aiming in golf putting - applied to elite players*
- Karlsen, J., Smith, G., & Nilsson, J. (2008). The stroke has only a minor influence on direction consistency in golf putting among elite players. *Journal of Sports Sciences*, *26*(3), 243-250. <https://doi.org/10.1080/02640410701530902>
- Kawashima, K., Kat, K., & Miyazaki, M. (2003). Body size and somatotype characteristics of male golfers in Japan. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, *43*(3), 334-341.
- Keetch, K. M., Schmidt, R. A., Lee, T. D., & Young, D. E. (2005). Especial skills: their emergence with massive amounts of practice. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *31*(5), 970-978. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.31.5.970>
- Keogh, J. W. L., & Hume, P. A. (2012). Evidence for biomechanics and motor learning research improving golf performance. *Sports Biomechanics*, *11*(2), 288-309. <https://doi.org/10.1080/14763141.2012.671354>

- Keogh, J. W. L., Marnewick, M. C., Maulder, P. S., Nortje, J. P., Hume, P. A., & Bradshaw, E. J. (2009). Are anthropometric, flexibility, muscular strength and endurance variables related to clubhead velocity in low- and high-handicap golfers? *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(6), 1841-1850. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181b73cb3>
- Ketzscher, R., & Ringrose, T. J. (2002). Exploratory analysis of European Professional Golf Association statistics. *Journal of the Royal Statistical Society. Series D (The Statistician)*, 51(2), 215-228.
- Kim, J., Youm, C., Son, M., Lee, M., & Kim, Y. (2017). Golf club characteristics and vertical force distribution associated with pitch and lob shots of different carry distances. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 12(4), 540-548. <https://doi.org/10.1177/1747954117721268>
- Kline, R. B. (2011). *Principles and practice of structural equation modeling, 3rd ed.* Guilford Press.
- Koo, T. K., & Li, M. Y. (2016). A guideline of selecting and reporting intraclass correlation coefficients for reliability research. *Journal of chiropractic medicine*, 15(2), 155-163. <https://doi.org/10.1016/j.jcm.2016.02.012>
- Kunzmann, E., Ford, K. R., Sugimoto, D., Baca, A., Hank, M., Bujnovsky, D., . . . Maly, T. (2022). Differences in external and internal load in elite youth soccer players within different match timing zones. *Applied Sciences-Basel*, 12(14), Article 7230. <https://doi.org/10.3390/app12147230>
- Kwon, Y.-H., Como, C. S., Singhal, K., Lee, S., & Han, K. H. (2012). Assessment of planarity of the golf swing based on the functional swing plane of the clubhead and motion planes of the body points. *Sports Biomechanics*, 11(2), 127-148. <https://doi.org/10.1080/14763141.2012.660799>
- Kwon, Y. H., Han, K. H., Como, C., Lee, S., & Singhal, K. (2013). Validity of the X-factor computation methods and relationship between the X-factor parameters and clubhead velocity in skilled golfers. *Sports Biomechanics*, 12(3), 231-246. <https://doi.org/10.1080/14763141.2013.771896>
- Kwon, Y. H., Tuttle, N. J., Hung, C. J., Levine, N. A., & Baek, S. (2021). Linear relationships among the hand and clubhead motion characteristics in golf driving in skilled male golfers. *Journal of Applied Biomechanics*, 37(6), 619-628. <https://doi.org/10.1123/jab.2021-0303>

- Lamb, P., Stockl, M., & Lames, M. (2011). Performance analysis in golf using the ISOPAR method. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, *11*(1), 184-196.
- Lamb, P. F., Bartlett, R. M., & Robins, A. (2011). Artificial neural networks for analyzing inter-limb coordination: The golf chip shot. *Human Movement Science*, *30*(6), 1129-1143. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2010.12.006>
- Leach, R. J., Forrester, S. E., Mears, A. C., & Roberts, J. R. (2017). How valid and accurate are measurements of golf impact parameters obtained using commercially available radar and stereoscopic optical launch monitors? *Measurement*, *112*, 125-136. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2017.08.009>
- Leary, B. K., Statler, J., Hopkins, B., Fitzwater, R., Kesling, T., Lyon, J., . . . Haff, G. G. (2012). The relationship between isometric force-time curve characteristics and club head speed in recreational golfers. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *26*(10), 2685-2697. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31826791bf>
- Lee, T. D., Ishikura, T., Kegel, S., Gonzalez, D., & Passmore, S. (2008). Do expert golfers keep their heads still while putting? *International Journal of Sports Science & Coaching*, *3*(1), 135-143.
- Léger, L., & Gadoury, C. (1989). Validity of the 20 m shuttle run test with 1 min stages to predict VO₂max in adults. *Canadian Journal of Sport Sciences*, *14*(1), 21-26.
- Lephart, S. M., Smoliga, J. M., Myers, J. B., Sell, T. C., & Tsai, Y. S. (2007). An eight-week golf-specific exercise program improves physical characteristics, swing mechanics, and golf performance in recreational golfers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *21*(3), 860-869.
- Lewis, A. L., Ward, N., Bishop, C., Maloney, S., & Turner, A. N. (2016). Determinants of club head speed in PGA professional golfers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *30*(8), 2266-2270. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000001362>
- Lipoński, W., & Unesco. (2003). *World Sports Encyclopedia*. Oficyna Wydawnicza Atena.
- Lloyd, R. S., & Oliver, J. L. (2012). The Youth Physical Development Model: A new approach to long-term athletic development. *Strength & Conditioning Journal*, *34*(3), 61-72. <https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e31825760ea>
- Loock, H. V., Grace, J. M., & Semple, S. J. (2013a). Association of selected physical fitness parameters with club head speed and carry distance in recreational golf players. *International Journal of Sports Science & Coaching*, *8*(4), 769-777. <https://doi.org/10.1260/1747-9541.8.4.769>

- Loock, H. V., Grace, J. M., & Semple, S. J. (2013b). Core muscle activation and activity throughout the different phases of the golf swing: A literature review. *Strength and Conditioning Journal*, 35(5), 1-15.
- Lubans, D. R., Smith, J. J., Harries, S. K., Barnett, L. M., & Faigenbaum, A. D. (2014). Development, test-retest reliability, and construct Validity of the resistance training skills battery. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(5), 1373-1380. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31829b5527>
- Luscombe, J., Murray, A. D., Jenkins, E., & Archibald, D. (2017). A rapid review to identify physical activity accrued while playing golf. *Bmj Open*, 7(11), Article e018993. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2017-018993>
- Ma'mun, A., & Abdullah, C. E. P. (2018). Club head variability in chipping golf skills: The effectiveness of results to the hole. *Journal of Engineering Science and Technology*, 13, 1905-1915.
- MacKenzie, S. J. (2012). Club position relative to the golfer's swing plane meaningfully affects swing dynamics. *Sports Biomechanics*, 11(2), 149-164. <https://doi.org/10.1080/14763141.2011.638388>
- MacKenzie, S. J., & Evans, D. B. (2010). Validity and reliability of a new method for measuring putting stroke kinematics using the TOMI® system. *Journal of Sports Sciences*, 28(8), 891-899.
- MacKenzie, S. J., & Sprigings, E. J. (2005). Evaluation of the plumb-bob method for reading greens in putting. *Journal of Sports Sciences*, 23(1), 81-87. <https://doi.org/10.1080/02640410410001730232>
- MacKenzie, S. J., & Sprigings, E. J. (2009). A three-dimensional forward dynamics model of the golf swing. *Sports Engineering*, 11(4), 165-175. <https://doi.org/10.1007/s12283-009-0020-9>
- MacNamara, A., Button, A., & Collins, D. (2010). The role of psychological characteristics in facilitating the pathway to elite performance Part 2: Examining environmental and stage-related differences in skills and behaviors. *The Sport Psychologist*, 24, 74-96. <https://doi.org/10.1123/tsp.24.1.74>
- Magnusson, G. (1998). Golf: exercise for fitness and health. Science and Golf. Proceedings of the World Scientific Congress of Golf, St. Andrews, England, Champaign.
- Mala, L., Maly, T., Zahalka, F., & Bunc, V. (2010). The profile and comparison of body composition of elite female volleyball players. *Kinesiology*, 42(1), 90-97.

- Mala, L., Maly, T., Zahalka, F., Bunc, V., Kaplan, A., Jebavy, R., & Tuma, M. (2015). Body composition of elite female players in five different sports games. *Journal of Human Kinetics*, 45(1), 207-215. <https://doi.org/10.1515/hukin-2015-0021>
- Malina, R. M., Bouchard, C., & Bar-Or, O. (2004). *Growth, maturation, and physical activity*. Champaign (Ill.) : Human kinetics. <http://lib.ugent.be/catalog/rug01:000880047>
- 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(4), 297-303. <https://doi.org/10.1055/s-0043-123648>
- Maly, T., Zahalka, F., Ford, K. R., Sugimoto, D., Mala, L., Bujnovsky, D., & Hank, M. (2021). Isokinetic strength differences among high, medium and low success soccer teams: 162. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 53(8S), 49-50. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000759660.36247.b2>
- Maly, T., Zahalka, F., Mala, L., & Mala, L. (2013). Isokinetic strength characteristics and norms in the best czech soccer players of U16 category. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 45(5), 167-168.
- 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. <https://doi.org/10.2478/hukin-2014-0017>
- Maly, T., Zahalka, F., Sugimoto, D., Mala, L., Hank, M., Bujnovsky, D., & Ford, K. R. (2022). Analyses of physical performance determinants in male professional soccer players. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 54(9), 550-551.
- 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). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0204578>
- Markovic, S., Mirkov, D. M., Nedeljkovic, A., & Jaric, S. (2014). Body size and countermovement depth confound relationship between muscle power output and jumping performance. *Human Movement Science*, 33, 203-210.
- Marquardt, C. (2007). The SAM puttLab: concept and PGA tour data. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 2(1), 101-120.
- McCloy, A. J., Wallace, E. S., & Otto, S. R. (2006). Iron golf club striking characteristics for male elite golfers. *The Engineering of Sport 6*, New York, NY.
- McGraw, K. O., & Wong, S. P. (1996). Forming inferences about some intraclass correlation coefficients. *Psychological methods*, 1(1), 30.

- McLaughlin, P. A., & Best, R. J. (1994). 3-dimensional kinematic analysis of the golf swing. *Science and Golf II: Proceedings of the 1994 World Scientific Congress of Golf*.
- McLean, J. (1992). Widen the gap. *Golf Magazine*, *34*, 49-53.
- McLean, J. (2005). *The 3 scoring clubs*. GothamBooks, PenguinBooks.
- McNally, W., Henrikson, E., & McPhee, J. (2019). A continuous analytical shaft model for fast dynamic simulation of the golf swing. *Sports Engineering*, *22*(3-4). <https://doi.org/10.1007/s12283-019-0314-5>
- Meister, D. W., Ladd, A. L., Butler, E. E., Zhao, B., Rogers, A. P., Ray, C. J., & Rose, J. (2011). Rotational biomechanics of the elite golf swing: Benchmarks for amateurs. *Journal of Applied Biomechanics*, *27*(3), 242-251. <https://doi.org/10.1123/jab.27.3.242>
- McHardy, A., & Pollard, H. (2005). Muscle activity during the golf swing. *British Journal of Sports Medicine*, *39*(11), 799-804. <https://doi.org/10.1136/bjism.2005.020271>
- Michailov, M. L., Balas, J., Tanev, S. K., Andonov, H. S., Kodejska, J., & Brown, L. (2018). Reliability and validity of finger strength and endurance measurements in rock climbing. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, *89*(2), 246-254. <https://doi.org/10.1080/02701367.2018.1441484>
- Miratsky, P., Gryc, T., Cabell, L., Zahalka, F., Brozka, M., Varjan, M., & Maly, T. (2021). Isokinetic strength, vertical jump performance, and strength differences in first line professional firefighters competing in fire sport. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *18*(7), 3448. <https://doi.org/10.3390/ijerph18073448>
- Miura, K. (2002). Mapping club-head to impact and estimating ball trajectory. In E. Thain (Ed.), *Science and Golf IV: Proceedings of the World Scientific Congress of Golf* (pp. 490–501). Routledge: University of St. Andrews.
- Moffat, D., Carson, H. J., & Collins, D. (2018). Golf putting: Equivalent performance with ball focused and target focused aiming. *Central European Journal of Sport Sciences and Medicine*, *23*, 5–16. <https://doi.org/10.18276/cej.2018.3-01>
- Moran, K. A., McGrath, T., Marshall, B. M., & Wallace, E. S. (2009). Dynamic stretching and golf swing performance. *International Journal of Sports Medicine*, *30*(2), 113-118. <https://doi.org/10.1055/s-0028-1103303>
- Moy, R. L., & Liaw, T. (1998). Determinants of professional golf tournament earnings. *American Economist*, *42*(1), 65-70.
- Myers, J., Lephart, S., Tsai, Y. S., Sell, T., Smoliga, J., & Jolly, J. (2008). The role of upper torso and pelvis rotation in driving performance during the golf swing. *Journal of Sports Sciences*, *26*(2), 181-188. <https://doi.org/10.1080/02640410701373543>

- National Golf Foundation. (2022). *Golf Industry Facts*.
- Neal, R., Lumsden, R., Holland, M., & Mason, B. (2007). Body segment sequencing and timing in golf. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 2(1), 25-36. <https://doi.org/10.1260/174795407789705497>
- Nicol, G., & Morris, K. (2018). *The lost art of putting*. Sports Publications Limited.
- Olivier, M. H., Horan, S. A., Evans, K. A., & Keogh, J. W. L. (2016). The effect of a seven-week exercise program on golf swing performance and musculoskeletal measures. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 11(4), 610-618. <https://doi.org/10.1177/1747954116654784>
- Oranchuk, D. J., Mannerberg, J. M., Robinson, T. L., & Nelson, M. C. (2020). Eight weeks of strength and power training improves club head speed in collegiate golfers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(8), 2205-2213. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000002505>
- Otto, S. R. (2017). Some applications of mathematics in golf. *Proceedings of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 473(2204). <https://doi.org/doi:10.1098/rspa.2017.0392>
- Parker, J., Lagerhem, C., Hellstrom, J., & Olsson, M. C. (2017). Effects of nine weeks isokinetic training on power, golf kinematics, and driver performance in pre-elite golfers. *Bmc Sports Science Medicine and Rehabilitation*, 9. <https://doi.org/10.1186/s13102-017-0086-9>
- Parkkari, J., Natri, A., Kannus, P., Manttari, A., Laukkanen, R., Haapasalo, H., . . . Vuori, I. (2000). A controlled trial of the health benefits of regular walking on a golf course. *American Journal of Medicine*, 109(2), 102-108. [https://doi.org/10.1016/s0002-9343\(00\)00455-1](https://doi.org/10.1016/s0002-9343(00)00455-1)
- Pelz, D. (1999). *Dave Pelz's short game bible: Master the finesse swing and lower your score*. Aurum Press Limited.
- Pelz, D. (2000). *Dave Pelz's putting bible*. Doubleday.
- Perič, T., & Březina, J. (2019). *Jak nalézt a rozvíjet sportovní talent*. Grada Publishing, a.s.
- Perič, T., & Dovalil, J. (2010). *Sportovní trénink*. Grada Publishing a.s.
- PGA C. (2023). *Webové stránky Profesionální golfové asociace hráčů a učitelů golfu v České republice*. <https://www.pga.cz/>
- PGA Tour. (2023a). *PGA Tour web stats* <https://www.pgatour.com/stats>
- PGA Tour. (2023b). *Webové stránky PGA Tour*. <https://www.pgatour.com/>

- Pheasey, C. (2008). Physiological support within womens' elite amateur golf 1999-2005. *SportEX Medicine*, 35, 10-12.
- Pinto, M. F., & Vázquez, N. (2013). Competitive state anxiety and coping strategies: their relationship with the performance of an argentinean sample of amateur golf players. *Revista de Psicología del Deporte*, 22(1), 47-52.
- Pleša, J., Kozinc, Ž., & Šarabon, N. (2022). A brief review of selected biomechanical variables for sport performance monitoring and training optimization. *Applied Mechanics*, 3(1), 144-159.
- Quinn, R. J. (2006). Exploring correlation coefficients with golf statistics. *Teaching Statistics*, 28(1), 10-13. <https://doi.org/doi:10.1111/j.1467-9639.2006.00229.x>
- Read, P. J., Lloyd, R. S., De Ste Croix, M., & Oliver, J. L. (2013). Relationships between field-based measures of strength and power and golf club head speed. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(10), 2708-2713. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318280ca00>
- Redondo, J. C., de Benito, A. M., & Izquierdo, J. M. (2020). Effect of concurrent training on trainability performance factors in youth elite golf players. *Peerj*, 8. <https://doi.org/10.7717/peerj.9963>
- Richardson, A., Hughes, G., & Mitchell, A. (2012). Center of pressure excursion during the golf putting stroke in low, mid and high handicap golfers. *International Journal of Golf Science*.
- Richardson, A. K., Mitchell, A. C. S., & Hughes, G. (2018). The effect of movement variability on putting proficiency during the golf putting stroke. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 13(4), 590-597. <https://doi.org/10.1177/1747954118768234>
- Robertson, Burnett, A. F., & Newton, R. U. (2013). Development and validation of the Approach-Iron Skill Test for use in golf. *European Journal of Sport Science*, 13(6), 615-621. <https://doi.org/10.1080/17461391.2012.757809>
- Robertson, Burnett, A. F., Newton, R. U., & Knight, P. W. (2012). Development of the Nine-Ball Skills Test to discriminate elite and high-level amateur golfers. *Journal of Sports Sciences*, 30(5), 431-437. <https://doi.org/10.1080/02640414.2012.654398>
- Robertson, Gupta, S., Kremer, P., & Burnett, A. F. (2015). Development and measurement properties of a putting skill test for high-level golf. *European Journal of Sport Science*, 15(2), 125-133. <https://doi.org/10.1080/17461391.2014.932014>
- Royal and Ancient Golf Club of St Andrews. (2022). *R&A Rules Limited*. <https://www.randa.org/>

- Royal and Ancient Golf Club of St Andrews, & United States Golf Association. (2023). *Rules Of Golf*.
- Sayers, S. P., Harackiewicz, D. V., Harman, E. A., Frykman, P. N., & Rosenstein, M. T. (1999). Cross-validation of three jump power equations. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *31*(4), 572-577. <https://doi.org/10.1097/00005768-199904000-00013>
- Sell, T. C., Tsai, Y. S., Smoliga, J. M., Myers, J. B., & Lephart, S. M. (2007). Strength, flexibility, and balance characteristics of highly proficient golfers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *21*(4), 1166-1171.
- Serpell, B. G., Ford, M., & Young, W. B. (2010). The development of a new test of agility for rugby league. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *24*(12), 3270-3277. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181b60430>
- Sheehan, W. B., Watsford, M. L., & Rodriguez, E. C. P. (2019). Examination of the neuromechanical factors contributing to golf swing performance. *Journal of Sports Sciences*, *37*(4), 458-466. <https://doi.org/10.1080/02640414.2018.1505185>
- Scheid, F. J. (1990). On the normality and independence of golf scores, with various applications. Science & Golf I: Proceedings of the 1st World Scientific Congress of Golf, London.
- Schmidt, R. A., Zelaznik, H., Hawkins, B., Frank, J. S., & Quinn Jr, J. T. (1979). Motor-output variability: A theory for the accuracy of rapid motor acts. *Psychological Review*, *47*(5), 415-451. <https://doi.org/10.1037/0033-295x.86.5.415>
- Schober, P., Boer, C., & Schwarte, L. A. (2018). Correlation coefficients: Appropriate use and interpretation. *Anesthesia & Analgesia*, *126*(5), 1763-1768. <https://doi.org/10.1213/ane.0000000000002864>
- Schücker, L., Hagemann, N., & Strauss, B. (2013). Analogy vs. technical learning in a golf putting task: An analysis of performance outcomes and attentional processes under pressure. *Human Movement*, *14*(2), 175-184.
- Schwenk, T. L. (2001). Health benefits of walking the golf course - Comment. *Physician and Sportsmedicine*, *29*(5), 21-21. <https://doi.org/10.3810/psm.2001.05.767>
- Silva, L., Marta, S., Vaz, J., Fernandes, O., Castro, M. A., & Pezarat-Correia, P. (2013). Trunk muscle activation during golf swing: Baseline and threshold. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, *23*(5), 1174-1182. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2013.05.007>

- Sim, M., & Kim, J. U. (2010). Differences between experts and novices in kinematics and accuracy of golf putting. *Human Movement Science, 29*(6), 932-946. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2010.07.014>
- Smith, C. J., Callister, R., & Lubans, D. R. (2011). A systematic review of strength and conditioning programmes designed to improve fitness characteristics in golfers. *Journal of Sports Sciences, 29*(9), 933-943. <https://doi.org/10.1080/02640414.2011.571273>
- Sorbie, G. G., Glen, J., & Richardson, A. K. (2021). Positive relationships between golf performance variables and upper body power capabilities. *Journal of Strength and Conditioning Research, 35*, S97-S102. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000003788>
- Springs, E., & Mackenzie, S. (2002). Examining the delayed release in the golf swing using computer simulation. *Sports Engineering, 5*, 23-32. <https://doi.org/10.1046/j.1460-2687.2002.00094.x>
- Stanbridge, K., Jones, R., & Mitchell, S. (2004). The effect of shaft flexibility on junior golfers' performance. *Journal of Sports Sciences, 22*(5), 457-464. <https://doi.org/10.1080/02640410410001675306>
- Stefanyshyn, D. J., & Wannop, J. W. (2015). Biomechanics research and sport equipment development. *Sports Engineering, 18*(4), 191-202. <https://doi.org/10.1007/s12283-015-0183-5>
- Stöckl, M., & Lamb, P. F. (2018). The variable and chaotic nature of professional golf performance. *Journal of Sports Sciences, 36*(9), 978-984. <https://doi.org/10.1080/02640414.2017.1347269>
- Stöckl, M., Lamb, P. F., & Lames, M. (2012). A model for visualizing difficulty in golf and subsequent performance rankings on the PGA Tour. *International Journal of Golf Science, 1*(1), 10-24.
- Sung, D. J., Park, S. J., Kim, S., Kwon, M. S., & Lim, Y. T. (2016). Effects of core and non-dominant arm strength training on drive distance in elite golfers. *Journal of Sport and Health Science, 5*(2), 219-225. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2014.12.006>
- Sweeney, M., Alderson, J., Mills, P., & Elliott, B. (2009). Golf drive launch angles and velocity: 3D analysis versus a commercial launch monitor. ISBS-Conference Proceedings Archive, Limerick, Ireland.
- Sweeney, M., Mills, P., Alderson, J., & Elliott, B. (2013). The influence of club-head kinematics on early ball flight characteristics in the golf drive. *Sports Biomechanics, 12*(3), 247-258. <https://doi.org/10.1080/14763141.2013.772225>

- Tanaka, H., & Iwami, M. (2018). Estimating putting outcomes in golf: Experts have a better sense of distance. *Perceptual and Motor Skills*, 125(2), 313-328. <https://doi.org/10.1177/0031512518754467>
- Tanaka, Y., & Sekiya, H. (2010). The relationships between psychological/physiological changes and behavioral/performance changes of a golf putting task under pressure. *International Journal of Sport and Health Science*, 8, 83-94.
- Taylor, J., & Collins, D. (2018). Shoulda, coulda, didnae – Why don't high potential players make it? *The Sport Psychologist*, 33, 1-37. <https://doi.org/10.1123/tsp.2017-0153>
- Tierney, D. E., & Coop, R. (1998). A bivariate probability model for putting proficiency. *Science and Golf III: Proceedings of the 1998 World Scientific Congress of Golf*.
- Tinmark, F., Hellström, J., Halvorsen, K., & Thorstensson, A. (2010). Elite golfers' kinematic sequence in full-swing and partial-swing shots. *Sports Biomechanics*, 9(4), 236-244. <https://doi.org/10.1080/14763141.2010.535842>
- Torres-Ronda, L., Delextrat, A., & Gonzalez-Badillo, J. J. (2014). The relationship between golf performance, anthropometrics, muscular strength and power characteristics in young elite players : original research article. *International SportMed Journal*, 15(2), 156-164. <https://doi.org/doi:10.10520/EJC154976>
- Torres-Ronda, L., Sanchez-Medina, L., & Gonzalez-Badillo, J. J. (2011). Muscle strength and golf performance: A critical review. *Journal of Sports Science and Medicine*, 10(1), 9-18.
- TrackMan. (2022). *TrackMan University*. <https://trackmanuniversity.com>
- van den Tillaar, R., & Ettema, G. (2009). Is there a proximal-to-distal sequence in overarm throwing in team handball? *Journal of Sports Sciences*, 27(9), 949-955. <https://doi.org/10.1080/02640410902960502>
- Vena, A., Budney, D., Forest, T., & Carey, J. P. (2011). Three-dimensional kinematic analysis of the golf swing using instantaneous screw axis theory, Part 2: golf swing kinematic sequence. *Sports Engineering*, 13(3), 125-133. <https://doi.org/10.1007/s12283-010-0059-7>
- WAGR. (2023). *Worlds Amateur Golf Ranking*. <https://www.wagr.com/>
- Watanabe, K., Kuroki, S., Hokari, M., & Nishizawa, S. (1998). Golf swing and skill. *Science and golf III: Proceedings of the World Scientific Congress of Golf*, Champaign.
- Wells, G. D., Elmi, M., & Thomas, S. (2009). Physiological correlates of golf performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(3), 741-750. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181a07970>

- Wells, J. E. T., Charalambous, L. H., Mitchell, A. C. S., Coughlan, D., Brearley, S. L., Hawkes, R. A., . . . Fletcher, I. M. (2019). Relationships between Challenge Tour golfers' clubhead velocity and force producing capabilities during a countermovement jump and isometric mid-thigh pull. *Journal of Sports Sciences*, 37(12), 1381-1386. <https://doi.org/10.1080/02640414.2018.1559972>
- Wells, J. E. T., Mitchell, A. C. S., Charalambous, L. H., & Fletcher, I. M. (2018). Relationships between highly skilled golfers' clubhead velocity and force producing capabilities during vertical jumps and an isometric mid-thigh pull. *Journal of Sports Sciences*, 36(16), 1847-1851. <https://doi.org/10.1080/02640414.2018.1423611>
- Wells, J. E. T., Mitchell, A. C. S., Charalambous, L. H., & Fletcher, I. M. (2022). Relationships between highly skilled golfers' clubhead velocity and kinetic variables during a countermovement jump. *Sports Biomechanics*, 1-13. <https://doi.org/10.1080/14763141.2022.2041709>
- Weston, M., Coleman, N. J., & Spears, I. R. (2013). The Effect of Isolated Core Training on Selected Measures of Golf Swing Performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 45(12), 2292-2297. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31829bc7af>
- White, R. M. (2006). On the efficiency of the golf swing. *American Journal of Physics*, 74, 1088-1094.
- Whiting, W. C., Gregor, R. J., & Halushka, M. (1991). Body segment and release parameter contributions to new-rules javelin throwing. *International Journal of Sport Biomechanics*, 7(2), 111-124. <https://doi.org/10.1123/ijsb.7.2.111>
- Williams, A., Glen, J., & Sorbie, G. (2022). The effect of upper body sprint interval training on golf drive performance. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 62. <https://doi.org/10.23736/s0022-4707.22.12944-0>
- Williams, K. R., Jones, J., & Snow, B. (1988). Ground reaction forces during the golf swing in relation to hitting performance. *Journal of Biomechanics*, 21(10), 869-869. [https://doi.org/10.1016/0021-9290\(88\)90071-1](https://doi.org/10.1016/0021-9290(88)90071-1)
- Wiren, G. (1990). Laws, principles and preferences – A teaching model. Science and Golf: Proceedings of the First World Scientific Congress of Golf, London.
- Wiseman, F., & Chatterjee, S. (2006). Comprehensive analysis of golf performance on the PGA tour: 1990-2004. *Perceptual and Motor Skills*, 102(1), 109-117. <https://doi.org/10.2466/pms.102.1.109-117>
- Wood, P., Henrikson, E., & Broadie, C. (2018). The influence of face angle and club path on the resultant launch angle of a golf ball. *Proceedings*, 2(6), 249.

- Woods, T. (2001). *How I Play Golf*. Grand Central Publishing.
- Worobets, J., & Stefanyshyn, D. (2012). The influence of golf club shaft stiffness on clubhead kinematics at ball impact. *Sports Biomechanics*, 11(2), 239-248. <https://doi.org/10.1080/14763141.2012.674154>
- Zahalka, F., Maly, T., Mala, L., & Cabell, L. (2016). A new approach to determining performance in vertical jumps in professional soccer players. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 48(5), 790-790. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000487372.53463.8b>
- Zahalka, F., Maly, T., Mala, L., Doktor, M., & Vetrovsky, J. (2011). Kinematic analysis of canoe stroke and its changes during different types of paddling pace - case study. *Journal of Human Kinetics*, 29, 25-33.
- Zahalka, F., Maly, T., Mala, L., Ejem, M., & Zawartka, M. (2017). Kinematic analysis of volleyball attack in the net center with various types of take-off. *Journal of Human Kinetics*, 58(1), 261-271. <https://doi.org/10.1515/hukin-2017-0115>
- Zahalka, F., Maly, T., Mala, L., & Teplan, J. (2012). Bilateral strength asymmetry during the vertical jump in professional soccer goalkeepers. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 44, 429-430.
- Zahalka, F., Maly, T., Mala, L., Teplan, J., & Hrasky, P. (2013). Power and asymmetries of elite soccer players in various types of a vertical jump. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 45(5), 168-168.
- Zahradník, D., & Korvas, P. (2012). *Základy sportovního tréninku*.

PŘÍLOHY

Příloha 1: Vyjádření Etické komise

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

Žádost o vyjádření Etické komise UK FTVS

k projektu výzkumné, kvalifikační či seminární práce zahrnující lidské účastníky

Název projektu: Vybrané kondiční předpoklady a golfové dovednosti ve vztahu k výkonnosti u elitních hráčů golfu juniorského věku

Forma projektu: dizertační práce

Období realizace: květen 2019 – květen 2021

Předkladatel: Mgr. Matěj Brožka, UK FTVS Laboratoř sportovní motoriky

Hlavní řešitel: Mgr. Matěj Brožka, UK FTVS Laboratoř sportovní motoriky

Místo výzkumu (pracoviště): UK FTVS Laboratoř sportovní motoriky, Golf klub Hodkovičky

Vedoucí práce (v případě studentské práce): prof. Ing. František Zahálka, Ph.D.

Konzultant práce: Mgr. Tomáš Gryc, Ph.D.

Finanční podpora: PROGRES I20018, UNCE 032 a OP 601801

Popis projektu: Cílem výzkumu je identifikovat klíčové kondiční a antropometrické předpoklady k výkonu, objektivizovat úroveň jednotlivých herních dovedností, na základě herních statistik sledovat výkonnost na hřišti a hledat vzájemné vztahy mezi testy herních dovedností a statistickými ukazateli herní výkonnosti a mezi kondičními předpoklady a ukazateli produkce energie v průběhu golfového švihů u elitních hráčů a hráček golfu juniorské kategorie. Hráč bude testován v laboratorních i terénních podmínkách. U každého hráče se bude měřit tělesné složení, posturální stabilita (30 s úzký stoj, 30 s úzký stoj se zavřenými očima, 60 s na pravé a na levé noze), explozivní síla dolních končetin (výskok s dopomocí paží, výskok s pažemi v bok, výskok ve snížení s pažemi v bok), svalová síla dolních končetin a trupu, síla stisku ruky (2 krát pravá a levá), asymetrie v chůzi, běhu (2 min) a bude proveden kineziologický rozbor, který bude natáčen na videokameru a poté hodnocen. V terénních testech bude hráč podroben testu patování (36 patů), testu krátké hry v okolí jamkoviště (16 ran), testu kontroly vzdálenosti letu míče (15 ran) a test plného švihů (60 ran). Testování je neinvazivní. Studie je longitudinální. Laboratorní testování bude probíhat v jednom dnu vždy před a po sezóně. Terénní testování bude probíhat během golfového tréninku před a po sezóně, testování zabere dvě tréninkové jednotky. Hráč bude sledován po dobu dvou let. Testování je bezbolestné a hráč by při něm neměl cítit nepohodlí. Přínos projektu je především objektivizace výkonu v golfu a identifikace klíčových kondičních a antropometrických předpokladů k výkonu.

Charakteristika účastníků výzkumu: Výzkumný soubor budou tvořit hráči a hráčky golfu od 14 do 18 let.

Předpokládaný počet účastníků je 50. Probandi jsou elitní sportovci v dané disciplíně – golf. Výzkumu se nebudou účastnit probandi nemocní či zranění. Zdravotní prohlídka nebude po probandech vyžadována.

Zajištění bezpečnosti: Golfové dovednosti i laboratorní jsou aktivity s minimálním rizikem zranění. Výzkum bude pod dohledem profesionálního trenéra golfu nebo v případě laboratorních testů pod dohledem laboranta. Jedná se o neinvazivní metodu. V resortu i laboratoři je přítomen vyskolený zdravotnický dohled. Rizika prováděného výzkumu nebudou vyšší než běžně očekávaná rizika u aktivit a testování prováděných v rámci tohoto typu výzkumu.

Etické aspekty výzkumu: Výzkumu se budou účastnit nezletilí probandi. U nich nezískáváme pouze výkonnostní data, ale i zdravotní – zjištění disbalancí, asymetrií a zkráceného svalstva. Výzkum získá údaje o antropometrické a kondiční stránce juniorů. Získaná data budou zpracovávána a bezpečně uchována v anonymní podobě a publikována v dizertační práci, v odborných časopisech, monografiích a prezentována na konferencích, případně budou využita při další výzkumné práci na UK FTVS. Záznam bude sledovat a vyhodnocovat řešitel projektu, nebude zveřejněn a bude uchovávan v zabezpečeném fakultním počítači. Videonahrávky budou po hodnocení smazány. Po anonymizaci budou osobní data smazána. V maximální možné míře zajistím, aby získaná data nebyla zneužita.

Text informovaného souhlasu: 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. Potvrzuji, 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: 16.5.2019

Podpis předkladatele:



Vyjádření Etické komise UK FTVS

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

Členové: prof. PhDr. Pavel Slepíčka, DrSc.

doc. MUDr. Jan Heller, CSc.

PhDr. Pavel Hráský, Ph.D.

Mgr. Eva Prokešová, Ph.D.

MUDr. Simona Majorová

Projekt práce byl schválen Etickou komisí UK FTVS pod jednacím číslem: 251/2018

dne: 16.5.2019

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

Řešitel projektu splnil podmínky nutné k získání souhlasu Etické komise.

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

- 20 -

razítko UK FTVS

podpis předsedkyně EK UK FTVS

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 Umluva o lidských právech a biomedicině č. 96/2001, jsou-li aplikovatelné*), Vás žádám o souhlas s účastí Vašeho dítěte ve výzkumném projektu na UK FTVS s názvem: Vybrané kondiční předpoklady a golfové dovednosti ve vztahu k výkonnosti u elitních hráčů golfu juniorského věku prováděném v Laboratoři sportovní motoriky a Golf klubu Hodkovičky.

Projekt bude financován v rámci programů PROGRES 120018, UNCE 032 a OP 601801. Cílem výzkumu je identifikovat klíčové kondiční a antropometrické předpoklady k výkonu, objektivizovat úroveň jednotlivých herních dovedností, na základě herních statistik sledovat výkonnost na hřišti a hledat vzájemné vztahy mezi testy herních dovedností a statistickými ukazateli herní výkonnosti a mezi kondičními předpoklady a ukazateli produkce energie v průběhu golfového švihů u elitních hráčů a hráček golfu juniorské kategorie. Výzkumný soubor budou tvořit hráči a hráčky golfu od 14 do 18 let. Hráč bude testován v laboratorních i terénních podmínkách. U každého hráče se bude měřit tělesné složení, posturální stabilita (30 s úzký stoj, 30 s úzký stoj se zavřenýma očima, 60 s na pravé a na levé noze), explozivní síla dolních končetin (výskok s dopomocí paží, výskok s pažemi v bok, výskok ve snížení s pažemi v bok, výskok po seskoku), svalová síla dolních končetin (síla předkopávání a zakopávání měřená na dynamometru CYBEX), svalová síla trupu (síla předklonu a záklonu měřená na dynamometru CYBEX), síla stisku ruky (stisk 2 krát pravá a levá), asymetrie v chůzi, běhu (2 min) a bude proveden kineziologický rozbor, který bude natáčen na videokameru a poté hodnocen. V terénních testech bude hráč podroben testu patování (36 patů), testu krátké hry v okolí jamkoviště (16 ran), testu kontroly vzdálenosti letu míče (15 ran) a test plného švihů (60 ran). Testování je neinvazivní. Studie je longitudinální. Hráč bude sledován po dobu dvou let. Laboratorní testování bude probíhat v jednom dnu vždy před a po sezóně. Terénní testování bude probíhat během golfového tréninku před a po sezóně, testování zabere dvě tréninkové jednotky. Testování je bezbolestné a hráč by při něm neměl cítit nepohodlí. Přínos projektu je především objektivizace výkonu v golfu a identifikace klíčových kondičních a antropometrických předpokladů k výkonu. Rizika prováděného výzkumu nebudou vyšší než běžně očekávaná rizika u aktivit a testování prováděných v rámci tohoto typu výzkumu. Golfové dovednosti budou probíhat pod dohledem profesionálního trenéra golfu, v případě laboratorních testů pod dohledem laboranta. Výzkumu se nebudou účastnit probandi nemocní či zranění. Účast Vašeho dítěte v projektu je dobrovolná a nebude finančně ohodnocena. Získaná data budou zpracovávána a bezpečně uchována v anonymní podobě a publikována v dizertační práci, v odborných časopisech, monografiích a prezentována na konferencích, případně budou využita při další výzkumné práci na UK FTVS. Záznamy budou sledovat a vyhodnocovat řešitelé projektu, nebude zveřejněn a bude uchováván v zabezpečeném fakultním počítači. Videonahrávky budou po hodnocení smazány. S celkovými výsledky se účastník může seznámit v závěrečné dizertační práci (2022) nebo na e-mail: brozka.matej@hotmail.com. V maximální míře zajistím, aby získaná data nebyla zneužita.

Jméno a příjmení předkladatele a hlavního řešitele projektu: Mgr. Matěj Brožka

Jméno a příjmení osoby, která provedla poučení: Mgr. Matěj Brožka 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 účastníkaPodpis:

Jméno a příjmení zákonného zástupce.....

Vztah zákonného zástupce k účastníkovi Podpis:

SEZNAM TABULEK, OBRÁZKŮ A PŘÍLOH

Seznam tabulek

Tabulka 1: Úspěšnost a přesnost patování profesionálních hráčů golfu na PGA Tour v sezoně 2021-2022.....	24
Tabulka 2: Přesnost krátké hry a krátkých příher na jamkoviště profesionálních hráčů golfu na PGA Tour v sezoně 2021-2022	26
Tabulka 3: Přesnost dlouhé hry profesionálních hráčů golfu na PGA Tour v sezoně 2021-2022	28
Tabulka 4: Herní statistiky profesionálních a amatérských hráčů golfu	30
Tabulka 5: Definice vybraných impaktových faktorů.....	44
Tabulka 6: Impaktové faktory profesionálních a amatérských hráčů golfu s driverem.....	45
Tabulka 7: Popisná charakteristika výzkumného souboru v dílčích studiích	60
Tabulka 8: Popisná charakteristika tréninkových parametrů výzkumného souboru v dílčích studiích	60
Tabulka 9: Popisná charakteristika testovacích položek GSTB, koeficient vnitro třídní korelace (ICC) jako měřítko reliability a standardizované faktorové zátěže jako měřítko konstruktové validity.....	69
Tabulka 10: Vývoj tělesného složení, kondičních schopností a rychlosti hlavy hole během jednoho a dvou let	71
Tabulka 11: Korelace mezi tělesným složením, kondičními schopnostmi a rychlostí hlavy hole	72
Tabulka 12: Rozdíl mezi pre-testem a post-testem v tělesném složení, kondičních schopnostech a rychlosti hlavy hole a korelace mezi vzájemnými rozdíly proměnných	73
Tabulka 13: Korelační matice mezi indikátory golfové herní výkonnosti a rychlosti hlavy hole	74
Tabulka 14: Vývoj výkonnosti golfových dovedností, rychlosti hlavy hole a golfové herní výkonnosti během jednoho a dvou let.....	76
Tabulka 15: Korelace mezi golfovými dovednostmi a golfovou herní výkonností.....	77
Tabulka 16: Rozdíl mezi pre-testem a post-testem v úrovni golfových dovedností, rychlosti hlavy hole a golfové herní výkonnosti a korelace mezi vzájemnými rozdíly proměnných	78

Seznam obrázků

Obrázek 1: Ilustrace znázorňující rozložení testu krátkých (A) a dlouhých patů (B).....	67
Obrázek 2: Ilustrace znázorňující rozložení testu krátké hry z ferveje a bankru (A) a Combine testu (B).....	68

Seznam příloh

Příloha 1: Vyjádření Etické komise	121
Příloha 2: Informovaný souhlas	122