

UNIVERZITA KARLOVA

Fakulta tělesné výchovy a sportu

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

Autoreferát 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

# 1. ÚVOD

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 nezbývá 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.

## 2. TEORIE

Herní výkon u juniorských hráčů golfu lze hodnotit pomocí počtu ran, které hráč zahraje v průběhu golfového turnaje. Vyšší výkonnost je spojená nižším počtem ran za kolo v průběhu turnaje či v určitém časovém horizontu (střednědobá roční výkonnost, aktuální měsíční výkonnost atd.). Ukazatelem dlouhodobé výkonnosti je tzv. „hendikep“, což je číselná hodnota vypočítaná průměrným počtem ran osmi nejlepších soutěžních her z posledních dvaceti odehraných her. Hendikep je velmi rozšířeným výkonovým kritériem a v předešlých studiích se k němu vztahovaly jak biomechanické parametry golfového švihy (Ball & Best, 2012; Bourgain a kol., 2022), úroveň golfových dovedností (Robertson a kol., 2013), tak i parametry kondičních schopností (Alvarez a kol., 2012). Herní výkon je určen úrovní v golfových dovednostech patování, krátké hře v těsné blízkosti jamkoviště, přihrávacích rány a odpalech. Jednotlivé dovednosti jsou různou mírou relevantní vzhledem k výkonnosti na hřišti.

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, 2023). 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. 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). Patování 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. 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).

Krátkou hrou lze považovat všechny rány na hřišti do 90 metrů od jamky, ačkoliv se tyto rány dále dělí na krátkou hru v těsné blízkosti okolo jamkoviště (<30 m) a krátké přihrady na jamkoviště (30 – 90 m). 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). V těsné blízkosti jamkoviště hráč používá různé dovednosti krátké hry jako je chip, pitch, lob nebo rána z bankru, které se odlišují především technikou a tím i trajektorií letu míče. Pelz (1999) i James a Rees (2008) našli silný vztah mezi výkonností krátkých přiher na jamkoviště a výdělkem či pozicí na světovém žebříčku hráčů PGA Tour (45-90 m:  $r = 0,56$ ).

Naše publikovaná studie (Brožka a kol., 2021) potvrdila vztah krátké hry jak s 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.

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). 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; Brodie, 2012) i amatérských hráčů golfu ( $r = 0,90$ ; Brožka a kol., 2022). James a Rees (2008) našli silný vztah mezi výkonností středních a dlouhých příher na jamkoviště a pozicí na světovém žebříčku hráčů PGA Tour (90-140 m:  $r = 0,49$ ; 140-180 m:  $r = 0,71$ ; >180:  $r = 0,64$ ).

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). 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.

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., 2004; Hume a kol., 2005). Rychlost hlavy hole silně koreluje s výkonnostní úrovní hráče u dospělých, ale také juniorských 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:  $r = -0,46$ ,  $p < 0,05$ ). Juniorští sportovci prožívají pubertální období, které 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).

Systematicky přehledová studie od Ehlert (2020a) ukázala významnou celkovou korelaci mezi rychlostí hlavy hole a svalovou silou dolních končetin ( $r = 0,46$ ), výbušnou silou dolních končetin ( $r = 0,38$ ), svalovou silou horní části těla ( $r = 0,41$ ) a také výbušnou silou horní části těla ( $r = 0,51$ ). Průřezové studie našly významné vztahy mezi silovými schopnostmi a rychlostí hlavy hole (Hellström, 2008; Leary a kol., 2012; Lewis a kol., 2016; Read a kol., 2013; Wells a kol., 2009; Wells a kol., 2019; Wells a kol., 2020) a také ukázaly, že výkonnostně lepší golfisté dosahují vyšší svalové síly (Gordon a kol., 2009; Keogh a kol., 2009; Sell a kol., 2007) jak v amatérském tak v profesionálním golfu. Tento vztah se potvrdil také u juniorských hráčů (Coughlan a kol., 2020; Torres-Ronda a kol., 2014). Vznikají také intervenční studie, které zjišťují vliv kondičního tréninku na výkonnost v golfu a na ukazatel efektivity golfového švihu, tedy se snaží zrychlit rychlost hlavy hole při kontaktu s míčem. Obecně intervenční programy prokázaly svoji účinnost na zrychlení hlavy 4 – 6,4 % (Ehlert, 2020b).

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 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

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



reprezentační 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 nespecifického 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 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.

### 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 minusový. 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):

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

### 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<sup>®</sup>; 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<sup>-1</sup>) 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 stimulační 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<sup>-1</sup> (maximální síla) and 180°.s<sup>-1</sup> (sub-maximální síla), a 300°.s<sup>-1</sup> (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 přepočítání na základě vztahového teoremu 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 vzdálenostní 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.

### 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 ( $\chi^2$ ), přičemž nesignifikantní  $\chi^2$  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 ( $\rho$ ) 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)

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). 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).

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 metrů od okraje jamkoviště po cílové linii. 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). Vzdálenosti mezi 55 – 95 m byly považovány za krátké přihrávací rány. Vzdálenosti mezi 105 – 165 mm byly považovány za dlouhé přihrávací rány (James & Rees, 2008; Pelz, 1999). Test kontroly vzdálenosti krátkých přihrávacích ran se skládal z patnácti ran v náhodném pořadí ze vzdálenosti 30 – 90 m. Vzdálenosti byly náhodně generované softwarem.

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,  $p_{RMSEA < 0.05} = 0,162$ , 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 ( $\omega = 0,86$ ).

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

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<sup>-1</sup>). Ačkoliv došlo ke zvýšení v IMP CMJ u 2 leté (2,9 – 3,2 Ns.kg<sup>-1</sup>) i 1 leté skupiny (2,9 – 3,4 Ns.kg<sup>-1</sup>), tyto změny nebyly významné. U parametrů JH CMJ a JH SQJ nebyl nalezen významný rozdíl mezi pre-testem a post-testem.

Všechny vybrané parametry kondičních předpokladů 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 koleni  $r = 0,72 - 0,94$  (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 pre-testu, FM v pre-testu, IMP CMJ v post-testu a IMP SQJ v post-testu.

Při hodnocení vztahů mezi absolutním rozdílem ( $\Delta$  delta) v CHS a absolutním rozdílem v tělesném složení a kondičních schopnostech byl nalezen pozitivní významný vztah byl nalezen mezi  $\Delta$ CHS a  $\Delta$ BH,  $\Delta$ PP CMJ,  $\Delta$ PP SQJ ( $r = 0,52 - 0,56 =$  středně silný vztah) v celkovém hodnocení obou skupin. Negativní významný vztah byl nalezen mezi  $\Delta$ CHS a  $\Delta$ PTF 180,  $\Delta$ PTF 300 ( $r = -0,56, -0,58 =$  středně silné vztahy) v celkovém hodnocení obou skupin. Pozitivní vztah (blížíci se významnosti) byl nalezen mezi  $\Delta$ CHS a  $\Delta$ FFM ( $r = 0,43, p = 0,07$ ),  $\Delta$ PTE 60 ( $r = 0,44, p = 0,06$ ) v celkovém hodnocení obou skupin. Pozitivní významný vztah byl nalezen mezi  $\Delta$ CHS a  $\Delta$ BH ve 2 leté skupině ( $r = 0,77 =$  silný vztah) a mezi  $\Delta$ CHS a  $\Delta$ PP SQJ



v 1 leté skupině ( $r = 0,62 =$  středně silný vztah). Negativní významný vztah byl nalezen mezi  $\Delta$ CHS a  $\Delta$ PTF 300 ve 2 leté skupině ( $r = -0,75 =$  silný vztah).

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

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).

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).

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.

Při hodnocení vztahů mezi absolutním rozdílem ( $\Delta$  delta) v golfové herní výkonnosti a absolutním rozdílem v úrovni golfových dovedností byly nalezeny pozitivní významné vzájemné vztahy mezi  $\Delta$ HCP,  $\Delta$ YP,  $\Delta$ TOP3 a  $\Delta$ 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  $\Delta$ CHS a  $\Delta$ HCP,  $\Delta$ YP,  $\Delta$ 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  $\Delta$ HCP,  $\Delta$ YP,  $\Delta$ TOP3,  $\Delta$ TOP3A a  $\Delta$ 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  $\Delta$ TOP3A a  $\Delta$ 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  $\Delta$ TOP3,  $\Delta$ TOP3A a  $\Delta$ přesnosti odpalů u 2 leté skupiny ( $r = 0,60 - 0,63 =$  středně silné vztahy) a mezi  $\Delta$ TOP3 a  $\Delta$ přesnosti odpalů u celkového hodnocení ( $r = 0,51 =$  středně silný vztah). Pozitivní významný vztah byl nalezen mezi  $\Delta$ YP a  $\Delta$ vzdálenosti odpalů u 2 leté skupiny ( $r = 0,56 =$  středně silný vztah).

### 3.3. 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 švih, 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, trénění 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.

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.

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 ( $\Delta$ HCP,  $\Delta$ YP,  $\Delta$ 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 ( $\Delta$ BH) 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 ( $\Delta$ PP u CMJ a SQJ) a změnou rychlosti hlavy hole při kontaktu s míčem. Vztahy mezi  $\Delta$ PTF 180,  $\Delta$ PTF 300 a  $\Delta$ CHS 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.

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 měřících 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.

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 výkonnostní 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.

# REFERENCE

- 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>
- 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>
- 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>
- 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>
- Bliss, A. (2021). Modelling elite golf performance: predictors of hole score on the European Tour from 2017-2019. *International Journal of Golf Science*.
- 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>
- Broadie, M. (2012). Assessing golfer performance on the PGA Tour. *Interfaces*, 42(2), 146-165. <https://doi.org/10.1287/inte.1120.0626>
- 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., 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>
- 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.
- Cochran, A., & Stobbs, J. (1968). *The Search for the Perfect Swing*.
- 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., 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*.
- Dovalil, J. (2002). *Výkon a trénink ve sportu*. Olympia.
- 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>
- 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>
- 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. (2004). 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)

- 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>
- 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., 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>
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., Anderson, R. E., & Tatham, R. L. (2006). *Multivariate Data Analysis* (6th ed.). Prentice Education, Inc.
- 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.
- Hume, P. A., Keogh, J., & Reid, D. (2005). The role of biomechanics in maximising distance and accuracy of golf shots. *Sports Medicine*, 35(5), 429-449. <https://doi.org/10.2165/00007256-200535050-00005>
- 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>
- 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., & 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>
- 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>
- 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>
- 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>
- 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>
- 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>
- Moy, R. L., & Liaw, T. (1998). Determinants of professional golf tournament earnings. *American Economist*, 42(1), 65-70.
- 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.
- PGA Tour. (2023). *PGA Tour web stats* <https://www.pgatour.com/stats>
- 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>

- 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, 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, & 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.
- 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>
- 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*,
- 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>
- 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. (2020). Relationships Between Highly Skilled Golfers' Clubhead Velocity and Vertical Ground Reaction Force Asymmetry During Vertical Jumps and an Isometric Midthigh Pull [Article]. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(10), 2824-2831. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000003191>
- 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>