

Neuro(fyzio)logie golfu

prof. MUDr. Ing. Petr Hlušík, Ph.D.

Neurologická klinika LF UP a FN Olomouc

Golf je specifickým sportem, při němž jsou krátké fyzické akce kombinující sílu a přesnost proloženy delšími pauzami vhodnými k reflexi a plánování. Moderní funkčně zobrazovací a neurofyzilogické techniky nám poskytly zajímavé informace o činnosti mozku a autonomního nervového systému při špičkovém expertním výkonu v tomto sportu. Elitní výkon profesionálů je doprovázen specifickou dynamickou rovnováhou při aktivaci motorických a nemotorických struktur mozku. Zatímco neurofyzilogický výzkum nabízí vodítka ke zvýšení sportovní výkonnosti v golfu, golf může naopak být motivujícím prostředkem k rehabilitaci neurologických pacientů.

Klíčová slova: golf, funkční magnetická rezonance, elektroencefalografie, autonomní nervový systém, motorické plánování.

Neuro(physio)logy of golf

Golf is a specific sport, involving brief physical acts combining strength and precision interleaved with much longer pauses suitable for reflection and planning. Modern functional imaging and neurophysiological techniques have generated interesting information on brain and autonomic nervous system activity during top expert performance in this sport. Elite performance of professionals is supported by specific dynamic balance in participation of motor and non-motor structures of the brain. Whereas neurophysiological research provides leads to increased golf performance, the sport itself may, on the other hand, offer a motivating medium for rehabilitation of neurological patients.

Key words: golf, functional magnetic resonance, electroencephalography, autonomic nervous system, motor planning.

Neurol. praxi 2015; 16(4): 196–199

Charakteristika golfové hry z perspektivy neuro(fyzio)loga

Golf zaujímá specifické místo mezi sportovními disciplínami. Zatímco při většině sportů je sportovec zapojen do nepřetržité výkonné činnosti, golf (a také další sporty jako např. lukostřelba) kombinuje nárazovou fyzickou aktivitu a čas věnovaný přestávkám a přípravě dalšího úderu. Vlastní fyzická aktivita představuje při soutěži jen zlomek času: zatímco hra na 18 jamek trvá 4–5 hodin, jednotlivý golfový úder trvá přibližně 3 vteřiny, takže z celé hry trvá vlastní motorická aktivita jen několik minut. I když připočteme čas věnovaný plánování úderů, stále zůstává naprostá většina času k dispozici pro další myšlenkové pochody. Dalším specifikem je skutečnost, že v golfu se lze na světové špičce udržet i po padesátce. To naznačuje, že pokles fyzické výkonnosti lze úspěšně kompenzovat mentálním vytráváním. Významná mentální komponenta golfové hry byla důvodem, proč byly její elementy opakovaně předmětem neurovědních výzkumných studií. Kromě behaviorální experimentální metodiky poskytly zajímavé výsledky zejména studie neurofyzilogické a funkčně zobrazovací.

Zatímco golfový úder samotný byl zkoumán spíše z pohledu biomechanického, z hlediska neurologického je mnohem zajímavější plánování golfového úderu. V tomto ohledu je golf ideální aktivitou, protože mentální aktivita předchází samotné akci. Golfový úder sestává z velmi kom-

plikované a poněkud nepřirozené série pohybů, které musí být naplánovány a naprogramovány předem. Samotné provedení golfového úderu je totiž již příliš rychlé na to, aby bylo motorické řízení zásadně ovlivněno senzoryckými vlivy.

Z hlediska strategie plánování švihů a odpalu je možno připomenout, že švih je významnější než síla. Zatímco pro švih je významná koordinace pohybu trupu, končetin, hlavy a sledování míčku, současná nadměrná pozornost a úsilí udeřit co největší silou jsou často příčinou špatného úderu. Doporučuje se do úderu vložit jen 80 % maximální síly, což optimálně umožňuje odpálit míček tzv. „sweet spotem“ (místem uprostřed úderové plochy hlavy golfové hole), přičemž dochází k nejlepšímu přenosu síly z hlavy golfové hole na míček, lepšímu provedení úderu a dosažení jak značné vzdálenosti, tak přesnosti úderu. Přehnaně silný švih hráče vyvede z rovnováhy a rytmu a k dobrému výsledku nevede.

Behaviorální výzkum prokázal, že kvalita golfového úderu, zvláště u začátečníků, je výrazně ovlivněna předcházejícími myšlenkovými pochody (Gallwey, 2009; Rotella, 1995). Příprava golfového úderu zahrnuje přibližně desetivteřinový proces plánování a imaginace zvaný „pre-shot routine“. Navzdory tomu, že profesionální hráči golfu nacvičovali golfový úder znovu a znovu po celé roky, jejich příprava před úderem není kratší než u amatérů, jak by se mohlo očekávat, ale při tréninku je přibližně stejně dlouhá a při turnaji dokonce o něco delší (Boutcher et Crews, 1987).

Co činí mozek profesionálních golfistek výjimečným?

V rámci stáže na zahraničním pracovišti jsem měl příležitost být součástí týmu vedoucího neurologem dr. Johnem Miltonem, který pomocí osobních kontaktů získal ke spolupráci na výzkumu neurofyzilogie golfu šest semifinalistek profesionálního mistrovství USA žen (U.S. Women's Open, Chicago 2000). Šampionát v roce 2000 probíhal v Chicagu, nedaleko University of Chicago, kde byl připraven vyšetřovací protokol složený z behaviorálního testování a funkčního MR mozku. I když konstrukce MR tomografu a citlivost vyšetření mozku na pohybové artefakty neumožňuje provedení vlastního golfového úderu v přístroji, procesy mentální imaginace, které úderu předcházejí, zachytit lze.

Cílem studie bylo zjistit, které mozkové regiony se podílejí na přípravě golfového úderu a jak je tento proces ovlivněn výkonností hráčky. Z tohoto důvodu byla vybrána kontrolní skupina sedmi amatérských hráček.

Během vyšetření v MR přístroji byly hráčkám postupně promítány fotografie golfových jamek s praporkem z hřiště Merit Club, kde profesionálky den předtím hrály semifinále. Rovněž amatérky z regionu Chicaga z kontrolní skupiny již na tomto hřišti hrály. Každá fotografie byla promítána po fixní časový interval, o několik sekund delší, než byla předem testovaná délka přípravy úderu. Namísto vlastního úderu následně hráčky pohnuly ukazováčkem, čas tohoto signálu byl

Obrázek 1. Ukázka závěrečného golfového úderu v blízkosti jamky (putting)



zaznamenan a použit pro následnou analýzu. Protože předmětem zájmu nebyla percepce a vyhodnocení prezentované vizuální informace, ale samotné motorické plánování, byla použita i série kontrolních fotografií z exteriéru, s instrukcí fixovat na vertikální předmět obsažený v centru každé scény (např. stojan pouličního osvětlení, tyč s košem na košíkovou, atd.). MR vyšetření trvalo přibližně 1 hodinu. Prezentace a analýza funkčních MR dat probíhala dle paradigmatu evokovaných odpovědí (event-related paradigm). Průměrná hemodynamická odpověď při sledování kontrolního stimulu byla statisticky subtrahována od hemodynamické odpovědi během plánování golfového úderu.

Výsledky této studie byly publikovány v časopise *Neuroimage* (Milton et al., 2007). Zatímco délka přípravné fáze (pre-shot routine) nebyla významně rozdílná mezi amatérkami a profesionálkami, vzorce mozkové aktivity odpovídající plánování golfového úderu se významně lišily: 1. Profesionálky aktivovaly menší objem mozkové tkáně. Při regionální analýze byl tento rozdíl přítomen i v jednotlivých regionech, s výjimkou lobulus parietalis superior, kde měly větší objem aktivity profesionálky. 2. Pouze amatérky aktivovaly limbický systém (6 ze 7) a bazální ganglia (5/7), zatímco žádná z profesionálek nezapojila ani jednu z těchto oblastí. Bazální ganglia aktivovaná u amatérek zastoupilo putamen (5/7) a caudatum (2/7). Dále byl u amatérek zvýšeně aktivován mediální prefrontální kortex, temporoparietální kortex a primární motorický kortex. 3. Profesionálky výrazněji aktivovaly asociativní kortex parietálního

laloku, premotorický kortex a okcipitální kortex. Tyto výsledky jsme interpretovali tak, že profesionálky používají přesnou a efektivní neurální síť pro specializované motorické plánování, které integruje zrakovou a proprioceptivní informaci s motorickými příkazy. Pokud jde o zapojení limbických struktur a bazálních ganglií u amatérek, nabízí se vysvětlení, že během přípravy úderu nedokáží účinně potlačit v tu chvíli neužitečné senzory a kognitivní procesy a naopak se u nich aktivuje emoční prožívání. Nicméně se zřejmě nejednalo o manifestní emoce (žádná z účastnic po vyšetření nepotvrdila stres během vyšetření), spíše o zvýšené mentální úsilí, spojené s aktivací limbických a následně autonomních center. U amatérek aktivované zadní cingulum pak není součástí emočních okruhů, spíše se podílí na komplexních procesech, jako je pracovní paměť, kódování vizuomotorických úloh, dynamická relokace zaměřené prostorové pozornosti a globální (tj. nefokusovaná) pozornost. Pouze amatérky po vyšetření kladly mnoho otázek o technických aspektech úlohy, například, jestli vzdálenost k vyfotografované jamce byla opravdu stejná (fotograf tuto skutečnost verifikoval laserovým dálkoměrem) a zda foukal vítr a odkud, i když o těchto skutečnostech byly informovány předem (bylo jim řečeno, že je bezvětrí a vzdálenost k jamce je vždy 100 yardů). Tyto dotazy přece jen prozrazují podvědomou nejistotu a úzkost amatérek usilujících o co nejlepší výkon.

Rozdíly mezi plánováním úderu u profesionálek a amatérek v této studii lze shrnout takto: 1. motorické programy profesionálek jsou efektivněji organizovány; 2. profesionálky zvýšeně aktivují kortikální oblasti významné pro vizuomotorické transformace; 3. amatérky aktivují akcesorní oblasti nezapojené u profesionálek. Je možné, že pro provádění rychlých komplexních motorických dějů může mít jejich aktivace negativní impakt. Navrženým vysvětlením je neschopnost amatérek filtrovat irelevantní informace. Limitací této studie, stejně jako dalších citovaných, je malá velikost vyšetřovaných skupin, tj. nelze zaručit, že výsledky reprezentují celou příslušnou populaci. Díky velké senzitivě metody jsou ovšem takto velké (či malé) soubory akceptovány ve špičkových časopisech. Studie dosud nebyla exaktně replikována, zřejmě pro obtížnost náboru expertní skupiny, nicméně její výsledky jsou v souladu se studiemi obdobnými.

Putting a neurofyziologie

Další studovanou fází golfové hry je tzv. „putting“ (česky se používá i puttování), tj. závěrečné údery v blízkosti jamky, při nichž se míček

nevnese do vzduchu (obrázek 1). U této fáze hry bylo rovněž zkoumáno plánování úderu, dále pak samotný pohyb a úspěšnost zasažení cíle.

Ve fázi plánování „puttu“, tzv. čtení trávníku (green reading), bylo pozorováno, že profesionálky jinak vizuálně skenují terén – jejich oční pohyby totiž vykazují méně fixací na konkrétní bod v prostoru, ale v průměru trvají déle, než u amatérů (Campbell et Moran, 2014). Zde se jeví analogie s delším plánováním („pre-shot routine“) iniciálního úderu u profesionálů.

Ke studiu mozkové aktivity během puttingu byla s výhodou použita elektroencefalografie (EEG), na rozdíl od funkčního MRI vyšetření, které nedovoluje větší pohyb těla je snímání EEG signálu možné i během této činnosti. Již v jedné z prvních studií (Crews et Landers, 1993) byly prokázány dynamické změny v EEG aktivitě hemisfér během přípravy úderu, zejména pokles energie výkonového spektra v levé hemisféře a nárůst v hemisféře pravé. Během poslední vteřiny před úderem predikovalo zvýšení pravoemisferální alfa aktivity úspěšnost úderu. V pozdější studii expertních golfistů byla jako indikátor úspěšných úderů popsána redukce sensorimotorické desynchronizace vázané na událost (event-related desynchronization) v pásmu alfa (Babiloni et al., 2008). Vysokofrekvenční alfa rytmy nad asociativními, premotorickými a nedominantními sensorimotorickými oblastmi se tedy podílejí na motorické kontrole a jejich snížení predikuje dobrý motorický výkon.

Naopak u nováčků (Dyke et al., 2014) byl prediktorem úspěšnosti difúzně zvýšený výkon v theta pásmu a nízký výkon v beta pásmu nad levým temporálním lalokem před úderem, což autoři dávají do souvislosti s pracovní pamětí a verbální analýzou. I zde je možno vidět analogii se zobrazovací studií Miltona a spol. (Milton et al., 2007) v tom, že úspěch souvisí s neurální „účinností“, tj. potlačením participace mozkových oblastí „nepotřebných“ pro specifickou akci.

Výše uvedené výsledky EEG monitorování a predikce úspěšnosti a existence kontrolovaných studií, referujících úspěch EEG (neuro)biofeedbacku pro zlepšení sportovní výkonnosti u jiných disciplín (Gruzelier, 2014), inspirovaly studii aplikující EEG biofeedback i na golfový putting (Ring et al., 2015). V této studii však EEG biofeedback bohužel ke zlepšení puttingu nevedl.

Slibnější se aktuálně jeví jiná technika přímé neuromodulace, transkraniální elektrická stimulace stejným proudem, ve zkratce tDCS (transcranial direct current stimulation). V nedávné studii Zhu a spolupracovníků (Zhu et al., 2015) byla použita katodální tDCS nad levou

dorzolaterální prefrontální kůrou (DLPFC) během náviku puttování, oproti neúčinné (sham) stimulaci. Volba stimulační oblasti vycházela z hypotézy, že implicitní motorické učení může být úspěšnější při potlačení interferujících procesů verbální pracovní paměti, které závisí na levém DLPFC. Reálná tDCS snížila kapacitu verbální pracovní paměti v kognitivních testech a zároveň zvýšila úspěšnost puttování. Autoři poukazují na možnost podpořit implicitní motorické učení pomocí tDCS i v dalších oblastech, jako např. rehabilitace motorického deficitu (Edwardson et al., 2013).

Nemotorické procesy, psychologické rysy a autonomní nervový systém

Výše uvedené funkčně zobrazovací a neurofyziologické nálezy poukazují na souvislost komplexního motorického výkonu a dynamické rovnováhy mezi senzomotorickými procesy a nemotorickými (dalšími kognitivními) doménami, ať už se jedná o limbický systém ve studii Miliona a spol. (Milton et al., 2007), dominantní temporální lalok a verbální analýzu (Dyke et al., 2014), nebo DLPFC a verbální pracovní paměť (Zhu et al., 2015). Dlouhodobý úspěch v golfu, stejně jako v dalších sportech, ovlivňuje schopnost podat přesný výkon pod tlakem, kdy selhání znamená ztrátu prestiže a často i významnou ztrátu finanční. Fenomén selhání pod tlakem (choking under pressure) se alternativně vysvětloval odvedením pozornosti (distraction), interferencí při nárůstu hierarchické kontroly a monitorování výkonu nebo excesivním vybuzením (arousal). Nedávná funkční MR studie (Lee et Grafton, 2015) výkonu při nacvičené motorické úloze za podmínek možného finančního zisku nebo ztráty prokázala, že dynamicky zvýšená konektivita z DLPFC do motorického kortexu je negativně korelována se selháním. Autoři to vykládají jako doklad pozitivního efektu hierarchické kontroly shora dolů (top-down), která zřejmě chrání jedince proti negativním (rozptylujícím) vlivům psychologických faktorů na motorický výkon. Paradoxně v této situaci tedy není úspěšný výkon výsledkem automatické „subkortikální“ kontroly naučeného pohybu, ale vyžaduje i zapojení prefrontálního kortexu. Skutečný expert zřejmě dokáže flexibilně přepínat mezi automatickým „nevědomým“ provedením úkolu a provedením vědomě kontrolovaným (Carr, 2014).

Analýza psychologických osobnostních rysů neukázala jednoznačnou korelaci úspěchu v golfové hře s konkrétním typem osobnosti,

i když konkrétní psychické rysy úspěšných hráčů detekovány byly – nikoliv překvapivě se jedná o schopnost soustředění na úkol, sebedůvěru, představivost, trpělivost a schopnost automatického výkonu (Hellström, 2009). Schopnost soustředění na externí cíl byla dokládána i z dynamických změn autonomní kontroly, jako je snížení srdeční frekvence před úspěšným úderem (Neumann et Thomas, 2009). Experti a zkušení golfisté oproti nováčkům před puttovým úderem vykazovali vyšší variabilitu srdeční frekvence v pásmu nízkých frekvencí (0,04–0,15 Hz) a častěji u nich došlo k výdechu těsně před úderem (Neumann et Thomas, 2009; Finkenzeller, Doppelmayer et Amesberger, 2012). Je možné spekulovat, že tyto „prospěšné“ dynamické autonomní změny budou potlačeny u jedinců s významnější aktivitou limbických oblastí mozku na funkčním MR zobrazení, viz skupina amatérek ve studii Milton et al. (2007).

Mimovolní pohyby extrapyramidové a/nebo psychogenní etiologie

Golfová hra demonstruje i specifický fenomén, který spadá do domény extrapyramidových syndromů. Tzv. „yips“ popisuje pozorovaný krátkodobý tremor, záškub nebo spasmus, který se vyskytuje primárně při provádění drobných golfových úderů (Dhungana et Jankovic, 2013).

Dhungana a Jankovic připouštějí, že patofyziologie tohoto fenoménu je jen minimálně charakterizovaná, ale klasifikují jej nejpravděpodobněji jako fokální dystonii vázanou na úlohu (task-specific), se zapojením svalů horní končetiny. Alternativně se může jednat o funkční neboli psychogenní extrapyramidový fenomén (Klämpfl, Lobinger et Raab, 2013). Skutečnost, že yips se objevuje častěji při zátěži v této diferenciální diagnostice, nepomůže. Úspěšná strategie používaná golfovými trenéry k odstranění yips je stejná jako u jiných fokálních dystonií vázaných na úlohu: drobná modifikace pohybu, např. změna úchopu hole, s cílem vytvořit nový alternativní motorický program. Existují i anekdotické zprávy o úspěšné medikaci propranololem (Smith et al., 2003). Výše uvedený fenomén selhání pod tlakem a také yips se staly předmětem zájmu i specializovaných sportovních psychologů a psychiatrů, i když profesi „sportovního psychologa“ v praxi vykonávají povětšinou jedinci bez formálního vzdělání a výcviku v klinické psychologii, což může vést k chybné diagnóze a chybnému postupu, pokud se u sportovce rozvinou např. příznaky nerozpoznané panické poruchy (Clark, Tofler et Lardon, 2005).

Golf jako cílená a motivující rehabilitace?

Už zmiňovaný neurolog dr. John Milton již v r. 2000 vedl v nemocnici University of Chicago Hospitals neobvyklou ambulanci, která využívala golf jako diagnostický a terapeutický nástroj. Ambulantní vyšetření zahrnuje senzomotorické testy včetně hodnocení golfového švihů u pacientů, kteří si stěžují na ztrátu síly nebo koordinace. Pro mnoho z nich se golf následně stává i součástí komplexní terapie – zábavná forma cvičení, která může stárnoucímu sportovci pomoci redukovat klinický deficit a získat zpět důvěru po cerebrovaskulární nebo kardiovaskulární příhodě. Podle dr. Miliona (2007) je compliance s takovou léčbou mnohem vyšší než u pacientů, jimž jsou doporučována standardní relativně nudná cvičení. Jiní pacienti se přicházejí poradit, jak pokračovat ve hře při stavech např. po náhradě kyčelního nebo kolenního kloubu.

Zatím nejsou k dispozici studie prokazující specifický klinický benefit tohoto přístupu. Nedávná jednoduše zaslepená randomizovaná klinická studie chronických pacientů po cévní mozkové příhodě srovnávala golfový výcvik a kontrolní aktivitu (společenské komunikační setkávání) po dobu 10 týdnů. Pacienti z obou skupin se obdobně zlepšili ve škále emoční pohody, testu zrakoprostorové paměti a testu rovnováhy (Berg Balance Scale). Pacienti po golfovém náviku se významně zlepšili oproti kontrolám v testu zrakové představivosti (Mental Rotation Test) (Schachten et Jansen, 2015).

Pro úplnost je třeba zmínit, že důvodem návštěvy golfisty v neurologické ambulanci jsou nejčastěji zřejmě bolesti zad (Finn, 2013).

Závěr

Golf je specifickou sportovní disciplínou s výraznou mentální komponentou. Zatímco neurovědní výzkum popisuje psychologické, neurofyziologické a neuroanatomické koreláty špičkové výkonnosti na straně jedné a patologických fenoménů při hře na straně druhé, golf může být také zajímavou a motivující komponentou neurologické rehabilitace.

Autor děkuje

MUDr. Zuzaně Heřmanové, Ph.D., za poskytnutí ilustrační fotografie a recenzentům za cenné připomínky a navržené doplnění textu.

Literatura

1. Babiloni C, Del Percio C, Iacoboni M, Infarinato F, Lizio R, Marzano N, Crespi G, Dassù F, Pirritano M, Gallamini M, Eusebi F. Golf putt outcomes are predicted by sensorimotor cerebral EEG rhythms. *J Physiol* 2008; 586: 131–139.

2. Boucher SH, Crews DJ. The effect of a preshot attentional routine on a well-learned skill. *Int J Sport Psychol* 1987; 18: 30–39.
3. Campbell MJ, Moran AP. There is more to green reading than meets the eye! Exploring the gaze behaviours of expert golfers on a virtual golf putting task. *Cogn Process* 2014; 15: 363–372.
4. Carr TH. Strengths and weaknesses of reflection as a guide to action: pressure assails performance in multiple ways. *Phenomenol Cogn Sci* 2014; 14: 227–252.
5. Clark TP, Tofler IR, Lardon MT. The sport psychiatrist and golf. *Clin Sports Med* 2005; 24: 959–971.
6. Crews DJ, Landers DM. Electroencephalographic measures of attentional patterns prior to the golf putt. *Med Sci Sports Exerc* 1993; 25: 116–126.
7. Dhungana S, Jankovic J. Yips and other movement disorders in golfers. *Mov Disord* 2013; 28: 576–581.
8. Dyke F, Godwin MM, Goel P, Rehm J, Rietschel JC, Hunt CA, Miller MW. Cerebral cortical activity associated with non-experts' most accurate motor performance. *Hum Mov Sci* 2014; 37: 21–31.
9. Edwardson MA, Lucas TH, Carey JR, Fetz EE. New modalities of brain stimulation for stroke rehabilitation. *Exp Brain Res* 2013; 224: 335–358.
10. Finkenzeller T, Doppelmayr M, Amesberger G. Heart rate variability as an indicator of attention focus in golfers of differing performance levels. *Z Sportpsychol* 2012; 19: 26–36.
11. Finn C. Rehabilitation of low back pain in golfers: from diagnosis to return to sport. *Sports Health* 2013; 5: 313–319.
12. Gallwey WT. *The Inner Game of Golf*, Reprint edition. New York: Random House Trade Paperbacks, 2009: 272 s.
13. Gruzelić JH. EEG-neurofeedback for optimising performance. I: A review of cognitive and affective outcome in healthy participants. *Neurosci Biobehav Rev* 2014; 44: 124–141.
14. Hellström J. Psychological hallmarks of skilled golfers. *Sports Med Auckl NZ* 2009; 39: 845–855.
15. Klämpfl MK, Lobinger BH, Raab M. How to detect the yips in golf. *Hum Mov Sci* 2013; 32: 1270–1287.
16. Lee TG, Grafton ST. Out of control: diminished prefrontal activity coincides with impaired motor performance due to choking under pressure. *NeuroImage* 2015; 105: 145–155.
17. Milton J, Solodkin A, Hluštík P, Small SL. The mind of expert motor performance is cool and focused. *NeuroImage* 2007; 35: 804–813.
18. Neumann DL, Thomas PR. The relationship between skill level and patterns in cardiac and respiratory activity during golf putting. *Int J Psychophysiol* 2009; 72: 276–282.
19. Ring C, Cooke A, Kavussanu M, McIntyre D, Masters R. Investigating the efficacy of neurofeedback training for editing expertise and excellence in sport. *Psychol Sport Exerc* 2015; 16, Part 1: 118–127.
20. Rotella DB. *Golf is Not a Game of Perfect*, English Language edition. New York: Simon & Schuster, 1995: 224.
21. Smith AM, Adler CH, Crews D, Wharen RE, Laskowski ER, Barnes K, Valone Bell C, Pelz D, Brennan RD, Smith J, Sorenson MC, Kaufman KR. The „yips“ in golf: a continuum between a focal dystonia and choking. *Sports Med Auckl NZ* 2003; 33: 13–31.
22. Schachten T, Jansen P. The effects of golf training in patients with stroke: a pilot study. *Int Psychogeriatr IPA* 2015; 27: 865–873.
23. University of Chicago neurologist, LPGA team up to study golf and the brain – The University of Chicago Medicine. *Univ. Chic. Med.* 2000.[Cit. 2015-6-04]. Dostupný z WWW: <<http://www.uchospitals.edu/news/2000/20000717-lpgamri.html>>.
24. Zhu FF, Yeung AY, Poolton JM, Lee TMC, Leung GKK, Masters RSW. Cathodal Transcranial Direct Current Stimulation Over Left Dorsolateral Prefrontal Cortex Area Promotes Implicit Motor Learning in a Golf Putting Task. *Brain Stimulat* 2015. doi:10.1016/j.brs.2015.02.005.

Článek doručen redakci: 28. 6. 2015

Článek přijat k publikaci: 23. 8. 2015

prof. MUDr. Ing. Petr Hluštík, Ph.D.
 Neurologická klinika LF UP
 a FN Olomouc
 I. P. Pavlova 6, 77520 Olomouc
 phlustik@upol.cz

