

PŮVODNÍ ČLÁNEK / ORIGINAL ARTICLE

VPLYV TRÉNINGU V BOXE NA ÚROVEŇ GNOSTICKÝCH FUNKCIÍ

INFLUENCE OF BOXING TRAINING ON THE LEVEL OF GNOSTIC AND STEREOGNOSTIC FUNCTIONS

Šimon Nemček¹, Dávid Líška^{2,3}✉, Daniel Gurín¹

¹ Slovenská zdravotnícka univerzita v Bratislave, Fakulta zdravotníctva v Banskej Bystrici

² Univerzita Mateja Bela, Filozofická fakulta, Katedra telesnej výchovy a športu

³ Vojenské športové centrum DUKLA Banská Bystrica

Přijato 1. srpna 2020.

Akceptováno 20. října 2020.

Zveřejněno 5. března 2021.

Abstrakt

Úvod: Gnostické funkcie predstavujú významný faktor vnímania vlastného tela športovca v priestore. Pri boxe je boxer vystavený častým úderom do hlavy. Úder do hlavy môže viesť k zníženiu kvality gnostických a stereognostických schopností.

Cieľ: Hlavným cieľom našej práce bolo zistiť, či únava a boxeristické údery po absolvovaní tréningovej jednotky budú mať vplyv na kvalitu gnostických a stereognostických funkcií u boxerov.

Súbor: Súbor pozostával z 20 boxerov z dvoch amatérskych klubov.

Metóda: Probandi boli testovaní 4 testami. Testy somatognózie - body assesment test 1 a 2 a modifikované testy kinestézie, ktoré sme prispôbili do boxerského postoja. Probandov sme testovali pred a po tréningu.

Výsledky: V body assesment teste dosahovali probandi pred tréningom bližšie hodnoty k reálnej šírke päste. V body assesment teste 2 sa dokázali po tréningu probandi lepšie priblížiť k reálnej hodnote biakromiálnej vzdialenosti. V oboch modifikovaných testoch kinestézie sa probandi po tréningu zlepšili.

Záver: Tréning v boxe a údery do hlavy nevedli k zhoršeniu gnostických funkcií. Dlhodobé riziko je však otázné. V niektorých testoch dosiahli probandi zlepšenie.

Kľúčové slová: Gnostické funkcie; stereognózia; somatognózia; Box; Údery

Abstract

Introduction: Gnostic functions are an important factor in the perception of the athlete's body in space. When boxing, the boxer is exposed to frequent hit to the head. A hit to the head can lead to a reduction in the quality of gnostic and stereognostic abilities.

Aim: The main aim of our study was to determine whether fatigue and boxing hit after completing the training unit will affect the quality of gnostic and stereognostic functions in boxers.

The sample: The our sample consisted of 20 boxers from two amateur clubs.

Method: Probands were tested by 4 tests. Somatognosis tests - body assessment tests 1, 2 and modified kinesthesia tests, which we adapted to the boxing position. We tested the probands before and after the training.

Results: In the body assessment test, the probands achieved better values after training. In body assessment test 2 probands were able to get better results after training. In both modified kinesthesia tests probands improved after training.

Conclusion: Boxing training did not lead to worse of gnostic functions. However, the long-term risk is questionable. In some tests, probands achieved improvement.

Key words: Gnostic functions; stereognosis; somatognosis; Box; Hit

Úvod

Medzi najobľúbenejšie a najrozšírenejšie úpolové športy patrí box. Box, nazývaný aj šerm päŕami, kladie vysoké nároky na koordinačné a gnostické funkcie. Boxer využíva tieto schopnosti v učení úderových techník, osvojovaní nových pohybových stereotypov, v stabilite a rýchlosti presunov v bojovom postoji. V samotnom zápase využíva gnostické funkcie na vnímanie presnosti a sily úderu, na uvedomenie vlastnej polohy tela a vzdialenosti od súpera. Oslabenie gnostických funkcií môže súvisieť s častými údermi do hlavy. Vnímanie informácií nám zabezpečuje dlhodobý vývoj, ktorého výsledok je vznik zmyslových orgánov a receptorov. Vnem, prenos, spracovanie, vyhodnotenie a odpovede na informácie sú od seba jednoznačne závislé procesy (1–3). Riadenie motoriky na subkortikálnej úrovni má výrazný vplyv na posturálne funkcie a priebeh pohybových vzorov (4). Pri poruche riadenia pohybu na tejto úrovni, dochádza k narušeniu držania tela, fáziekej hybnosti a porušená je jemná motorika prstov (5). Prítomné sú aj poruchy artikulácie reči, mizne schopnosť nastavenia svalového tonusu, čo platí aj v osvojovaní pohybových vzorov (6). Riadenie motoriky na kortikálnej úrovni je nadriadeným orgánom vôľovej motoriky, ktorá je realizovaná pohybovým aparátom a predstavou pohybu tvorenou v mysli. Kontroluje racionálnu úvahu a vhodnosť spôsobu vykonania pohybu. Zámerné účelové pohyby sa následne premietajú do celej pohybovej sústavy a výrazne ovplyvňujú držanie tela a pohybové správanie. Pohyb motivuje predstava cieľa, v ktorom sa premieta stav mysle a charakter jedinca (7). Porucha ideomotorických funkcií sa prejaví poruchou pri plánovaní pohybu a pohybovej pamäti (8–10). Ideomotorické funkcie sa začínajú vyvíjať okolo 2. roku života, keď dozrievajú kôrové funkcie (11). Umožňujú nám naučiť sa nové motorické zručnosti a vďaka nim si dokážeme predstaviť a naplánovať pohyb (12). Informujú nás o kvalite rozlišovacej schopnosti, polohy v ktorej sa nachádzame, pohybe, ktorý vykonávame a predmete, ktorý držíme. Korelácia týchto funkcií vypovedá o predstave vlastného tela. U väčšiny jednotlivcov je daný obraz vlastného tela výrazne rozdielny a môže vypovedať o nedostatočných kompenzačných možnostiach pri určitom patologickom stave (3,13). Stupeň kvality našich koordinačných pohybov a ich fixácia má možnosť prebudovania. Tento proces je závislý od viacerých faktorov, a to hlavne od vlastností centrálnych zložiek pohybového systému a taktiež od spôsobov, akými sú naše pohybové stereotypy posturálne zaistené, posilňované a korigované. Pri snahe o vytvorenie pohybových stereotypov je veľmi podstatné, aby sme vytvorili skutočne ekonomický stereotyp, čo znamená, že sa na pohybe zúčastňujú iba tie svaly, ktoré ho zabezpečujú. Dôležité je, či je jedinec schopný daný stereotyp meniť vôľovo, alebo je stereotyp fixovaný bez novej zmeny. Schopnosť tvoriť programované pohyby, prerábať fixované stereotypy a vykonávať pohyby v rozmanitých posturálnych situáciách, je závislá na kvalite centrálnych nervových zložiek. Všeobecne sa kvalita centrálnych nervových štruktúr obmedzuje ich plasticitou a klinicky sa prejavuje schopnosťami ako sú selektívna hybnosť, relaxačná schopnosť a úroveň somatognózie a stereognózie.

Pri boxe dochádza k stretu dvoch protivníkov rovnakej hmotnostnej kategórie. Súperi sa za pomoci pästných úderov na dovolené časti trupu a hlavy usilujú dosiahnuť víťazstvo bodovou prevahou alebo knockautom. Jeho súčasťou sú bojové aktivity, ktoré charakterizujeme ako pohybové aktivity, pri ktorých dochádza ku kontaktu s cieľom prekonať silu, psychiku a zručnosť súpera, a tým dosiahnuť výhru. Bojové aktivity, ako telesné cvičenia, obsahujú prvky cyklického, acyklického a kombinovaného tréningu, ktoré rozvíjajú funkčné možnosti organizmu, prispievajú k mentálnemu rozvoju jedinca a k osvojeniu návykov. Pri boxe môžu byť gnostické a stereognostické funkcie narušené vďaka častým úderom do hlavy. Porucha gnostických funkcií môže prispievať k vzniku alebo byť následkom neurodegeneratívnych ochorení (14).

Ciele štúdie

Hlavným cieľom tejto štúdie je zistiť, či boxeristický tréning má vplyv na kvalitu gnostických a stereognostických funkcií u amatérskych boxerov.

Charakteristika výskumného súboru

Súbor pozostával z 20 probandov. Veková hranica bola od 20 do 35 rokov. Priemerný vek probandov bol 25,30 (SD \pm 4,76). Testovanie prebiehalo v dvoch kluboch. V testovanom súbore bolo 18 mužov a 2 ženy. Boxeri v priemere trénovali 3,7 (SD \pm 1,22) krát do týždňa. Minimálny počet tréningov uvádzali probandi 2-krát do týždňa a vyskytli sa aj probandi, ktorí navštevujú boxerské tréningy 6-krát v týždni. 7 probandov uviedlo, že v súvislosti s tréningom boxu zaznamenali zranenia. Do úvahy sme brali zranenia, kvôli ktorým boli probandi indisponovaní z tréningovej činnosti minimálne po dobu jedného mesiaca. Najčastejšie sa vyskytovalo zranenie ramena. Vyskytli sa aj zranenia v oblasti zápästného kĺbu, fraktúry na palci a ruke a bolesti v oblasti lopatky.

Tabuľka 1. Charakteristika súboru.

Testovaný súbor	Výška (cm)	Hmotnosť (kg)	BMI
Priemerná hodnota	180,75 cm	82,6 kg	25,35
SD	\pm 8,32 cm	\pm 12,11 kg	\pm 3,80
Minimum	169 cm	65 kg	17,09
Maximum	196 cm	107 kg	31,26

V tabuľke 1 sa nachádzajú hodnoty priemernej výšky, hmotnosti a BMI v súbore.

Tabuľka 2. Doba tréningovania.

Doba tréningovania	(v rokoch)
Priemerná doba tréningovania	2,77
Smerodajná odchýlka	\pm 4,39
Minimum	0,08
Maximum	15

V tabuľke 2 sa nachádzajú priemerné hodnoty.

Doba tréningovania dosahovala v našom súbore boxerov vysokú variabilitu. V priemere bola doba tréningovania 2,77 roka (SD \pm 4,39). Najkratší čas tréningovania uvádzali probandi 0,08 roka čo predstavuje obdobie jedného mesiaca.

Metodika výskumu

Gnostické a stereognostické testy

Body image assesment test 1 (šírka päsťe)

Vyšetrovaného sme požiadali, aby zaujal stoj mierne rozkročmo (obr.1). Vyzvali sme ho, aby na dominantnej ruke bez zrakovej kontroly ukázal pomocou palca a ukazováka šírku svojej päsťe (obr. 2). Pomocou páskového meradla sme zmerali vzdialenosť medzi prvým a druhým prstom s presnosťou na 0,5cm. Meranie sme vykonali pred tréningom a rovnako aj po skončení tréningu. Proband mal k dispozícii jeden pokus. Po poslednom meraní sme odmerali reálnu šírku päsťe probanda.



Obr. 1. Body image test úvodná pozícia.



Obr. 2. Body image test testovacia pozícia.

Body image assesment test 2 (šírka ramien)

Vyšetrovaného sme vyzvali, aby zaujal stoj mierne rozkročmo. Vyzvali sme ho, aby bez zrakovej kontroly ukázal šírku svojich ramien vo vertikálnej rovine. Za pomoci páskového meradla sme odmerali vzdialenosť medzi ukazovákmi s presnosťou na 0,5cm. Meranie sme opakovali pred a po tréningu. Proband mal k dispozícii jeden pokus. Po poslednom meraní sme odmerali pomocou pelvimetru biakromiálnu vzdialenosť. Porovnali sme reálnu hodnotu biakromiálnej vzdialenosti a namerané hodnoty probanda pred a po tréningu.

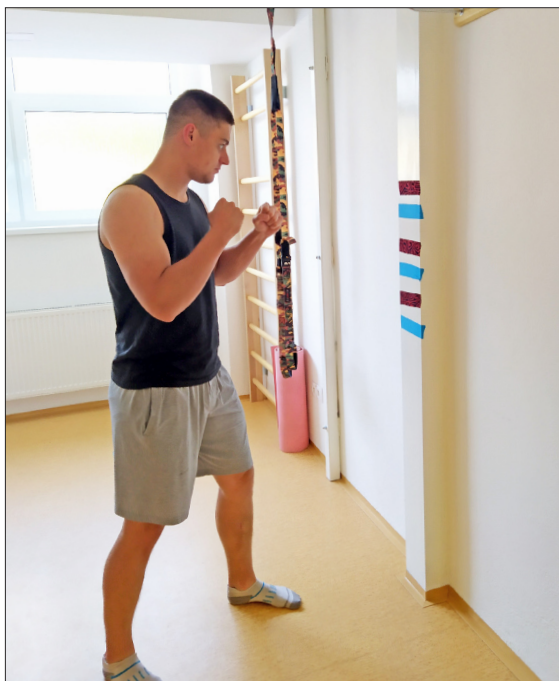
Modifikovaný test kinestézie 1

Modifikované testy kinestézie sme vykonali dva. Jeden test na prednú a jeden na zadnú ruku. Štandardizovaný test kinestézie vychádza zo základného postoja, kedy proband zaujme stoj mierne rozkročný s hornými končatinami voľne vedľa tela (obr.3) . Modifikovaný test kinestézie 1 sme použili na testovanie úderu prednou rukou. Aby sme zistili, v akej výške máme umiestniť testovací milimetrový papier, odmerali sme si vzdialenosť od podlahy po protuberantiu mentalis vyšetrovaného probanda. V rovnakej výške sme umiestnili milimetrový papier s vyznačeným stredovým bodom o priemere $d=1$ cm. Vyšetrovaného sme vyzvali do postoja v strehu. Vyzvali sme ho, aby si ukazovákom vystretej prednej ruky našiel vzdialenosť postoja od vyznačeného stredového bodu.

Následne mal proband k dispozícii 5 pokusov s otvorenými očami (obr.4). Po vykonaní skúšobných pokusov sme ho vyzvali, aby test zopakoval päťkrát bez zrakovej kontroly. Umiestnené body sme zaznamenali na milimetrový papier pomocou písacej pomôcky. Test sme opakovali pred tréningom a rovnako aj po tréningu.

Modifikovaný test kinestézie 2

V druhom modifikovanom teste kinestézie sme sa zamerali na úder zadnou rukou. Odmerali sme si vzdialenosť od podlahy po protuberantiu mentalis. V rovnakej výške sme umiestnili milimetrový papier s vyznačeným stredovým bodom o priemere $d=1$ cm. Vyšetrovaného sme vyzvali do postoja v strehu. Vyzvali sme ho, aby si ukazovákom vystretej zadnej ruky našiel vzdialenosť postoja od vyznačeného stredového bodu. Následne mal



Obr. 3. Úvodná testovacia pozícia testu kinestézie.



Obr. 4. Prevedenie testu kinestézie.

proband k dispozícii 5 skúšobných pokusov s otvorenými očami. Po vykonaní skúšobných pokusov sme ho vyzvali, aby test zopakoval bez zrakovej kontroly.

Umiestnené body sme zaznamenali na milimetrový papier pomocou písacej pomôcky. Test sme opakovali pred tréningom a rovnako aj po tréningu.

Štatistické metódy

Použili sme základné formy deskriptívnej štatistiky. Vyhodnocovali sme rozsah súboru (n), medián, modus, priemer, smerodajnú odchýlku (SD). Využili sme tiež minimálnu a maximálnu hodnotu. Na vyhodnotenie rozptylu bol zvolený dvojvýberový F test pre rozptyl. Na vyhodnotenie štatistickej signifikantnosti sme zvolili dvojvýberový t-test s nerovnosťami rozptylov. Vyhodnotili sme štatistickú signifikantnosť na hladine významnosti $\alpha < 0,05$.

Analýza výsledkov

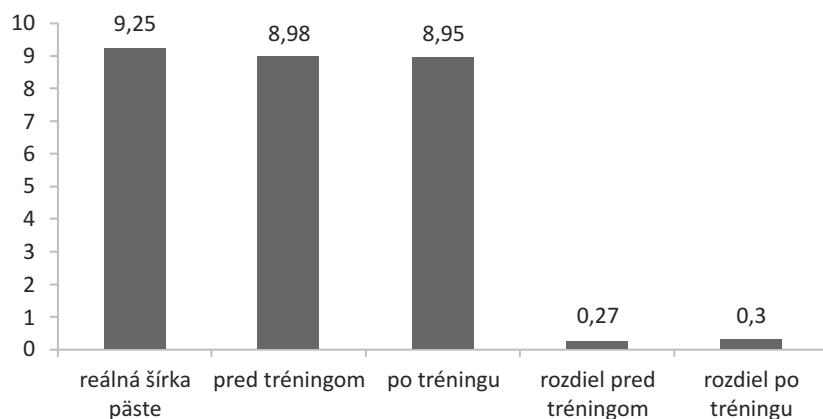
Pri hodnotení šírky päste probanda sme porovnávali skupiny medzi sebou.

V grafe 1 považujeme za najdôležitejšie všimnúť si hodnoty, ktoré zobrazujú rozdiel pred a po tréningu. V príslušnom stĺpci zobrazujeme priemerné hodnoty, o koľko sa probandi odlišovali od reálnej šírky päste. Pred tréningom dosahovali obe skupiny podobné hodnoty. Líšia sa medzi sebou len o 0,05 cm. Výraznejší rozdiel sme zaznamenali v meraniach vykonaných po tréningu. Rozdiel medzi meraniami po tréningu medzi skupinami je na úrovni jedného centimetra.

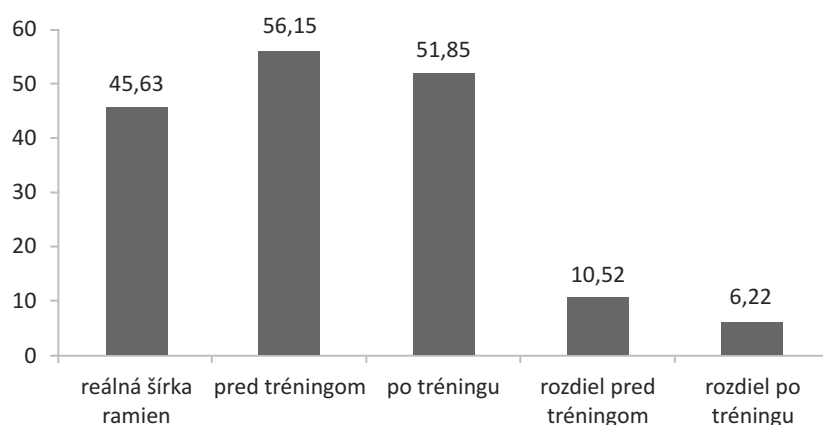
Pred tréningom bol rozdiel medzi reálnou šírkou päste a hodnotou, ktorú ukázali probandi 0,03 cm. Po tréningu bola hodnota ktorú sme namerali u probandov vyššia.

Môžeme z toho usúdiť, že pred tréningom dosahovali v priemere bližšie hodnoty reálnej veľkosti päste. Medzi rozdielom šírky päste od skutočnosti pri vstupnom a výstupnom teste nebol štatisticky signifikantný rozdiel ($p=0.548$).

Graf 1. Test šírky päste obe skupiny, spolu. (cm)



Graf 2. Test šírky ramien. (cm)

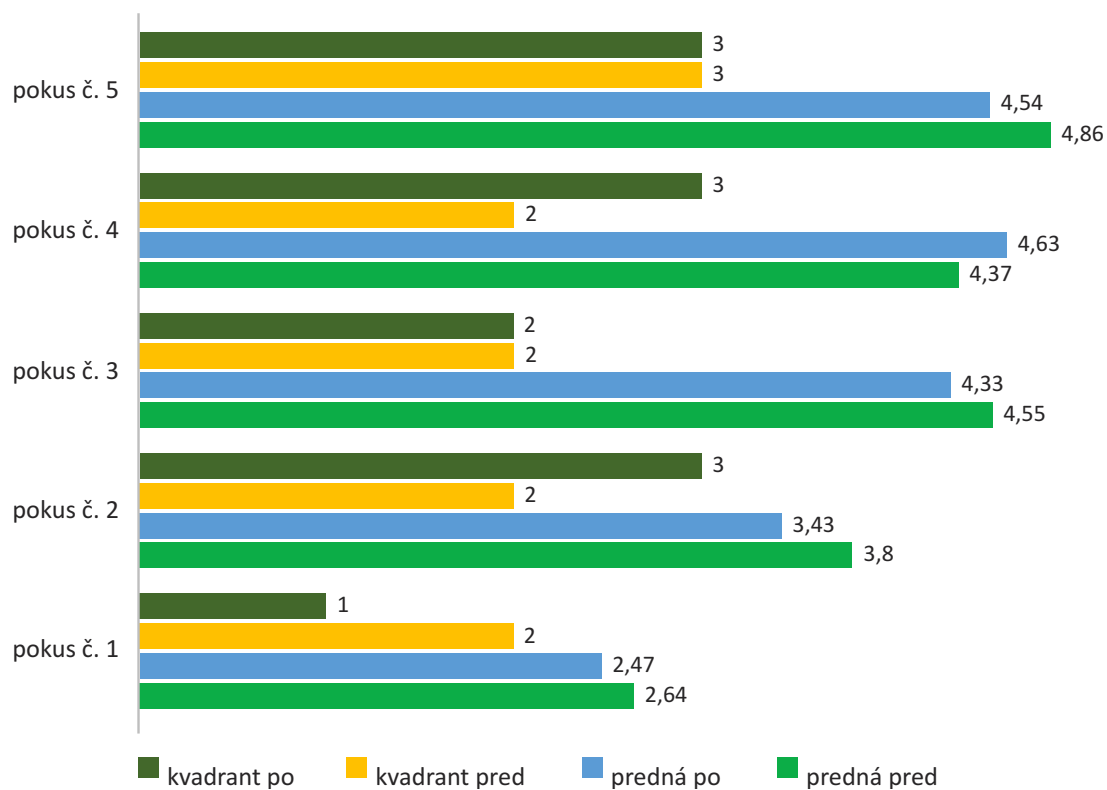


Pri hodnotení body assesment testu 2, kde sme porovnávali šírku ramien vo vertikálnej rovine, môžeme skonštatovať, že obidve skupiny dosahovali po tréningu hodnoty bližšie k reálnej šírke ramien. Probandi sa dokázali po tréningu priblížiť k reálnej nameranej hodnoty biakromiálnej vzdialenosti. Medzi rozdielom šírky ramien od skutočnosti pri meraní pred a po tréningu bol štatisticky významný rozdiel ($p=0,041$).

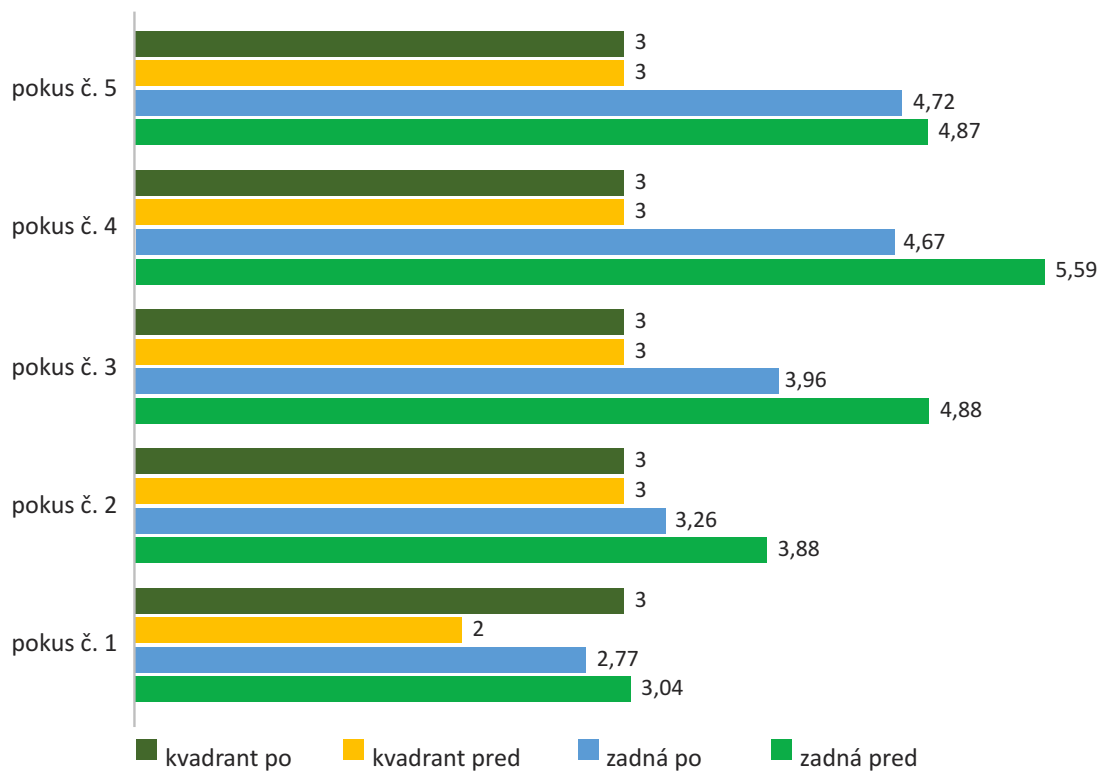
Z výsledkov môžeme vyčítať rozdiel medzi porovnávanými skupinami. Kým v prvej testovanej skupine prišlo po tréningu k zlepšeniu, v druhej skupine boxerov prišlo k zhoršeniu. Z grafu môžeme vyčítať, že v pokuse č. 1 sa dokázali probandi najbližšie priblížiť k stredovému bodu. V štyroch z piatich vykonaných pokusov boli hodnoty po tréningu bližšie ako pred tréningom. Iba v pokuse č. 4 sme namerali po tréningu v priemere vzdialenejšiu hodnotu.

Pri hodnotení úderov zadnou rukou sme spozorovali výrazné zlepšenie v oboch skupinách. Po tréningu dosahovali probandi vo všetkých pokusoch bližšie hodnoty po tréningu ako pred ním. Z údajov o zaznamenaných kvadrantoch je pozoruhodné, že v pokusoch po tréningu sa v priemere nachádzali všetky umiestnenia ukazováka v rovnakom kvadrante. Pred tréningom sa líšil kvadrant iba v pokuse č. 1. Z nameraných zistení môžeme usúdiť, že po tréningu sa probandi v hodnotenom teste zlepšili.

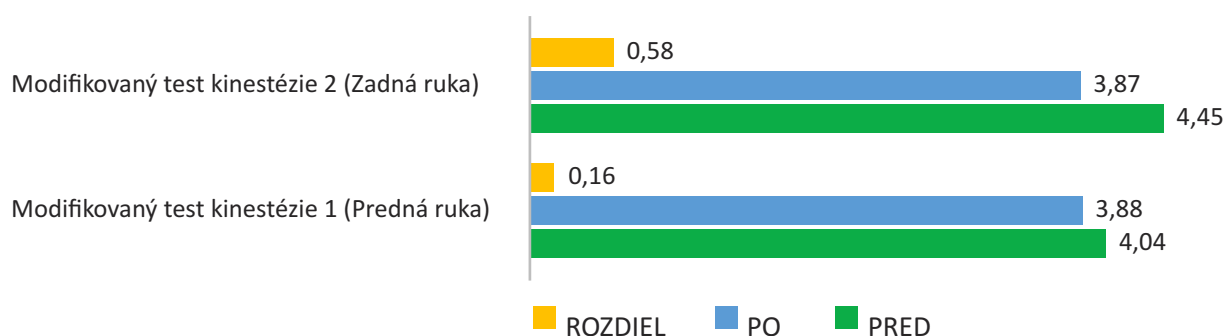
Graf 3. Úder prednou rukou.



Graf 4. Úder zadnou rukou.



Graf 5. Porovnanie modifikovaných testov kinestézie.



V grafe 5 sme spracovali priemerné hodnoty piatich pokusov z modifikovaných testov kinestézie. Z grafov môžeme vyčítať, že v modifikovanom teste kinestézie 2 prišlo ku väčšiemu zlepšeniu po tréningu. Rozdiel medzi priemerom úderov prednej ($p=0,72$) a zadnej ruky ($p=0,51$) však nebol štatisticky signifikantný.

Diskusia

V našej štúdii sme u probandov hodnotili gnostické a stereognostické schopnosti. Dôležitosť somatognostických schopností, ako predpoklad správneho vnímania vlastného tela v priestore. Predpokladali sme, že vplyvom boxeristického tréningu a úderov, budú gnostické schopnosti oslabené. Zistili sme však, že gnostické schopnosti boli tréningom, naopak, zlepšené. Môže to byť najmä z dôvodu, že samotná pohybová aktivita mala pozitívny vplyv na centrálnu nervovú sústavu, ktorý viedol k tomu, že gnostické schopnosti sa zlepšili aj vzhľadom na časté údery do hlavy.

Zo štandardizovaných testov na posúdenie kvality gnostických funkcií sme použili body assesment testy. V body assesment teste 1 mali probandi ukázať biakromiálnu vzdialenosť vo vertikálnej rovine. Druhým body assesment testom, ktorý sme porovnávali, bola šírka päste. Test sme zaradili do testovania z dôvodu, že boxer využíva úderovú plochu päste na zasiahnutie súpera. Preto považujeme za dôležité, aby testovaný vedel odhadnúť šírku úderovej plochy. Tú mali probandi ukázať medzi palcom a ukazovákom na dominantnej ruke. Obidva testy sme vykonali pred tréningom a rovnako aj po skončení tréningu. Testy kinestézie sme zvolili na základe podobnosti biomechaniky medzi štandardizovaným testom kinestézie a údermi v boxerskom súboji. Pri vykonávaní štandardizovaného testu kinestézie má proband za úlohu čo najpresnejšie zasiahnuť cieľ. Pri boxe dochádza k podobnému deju, kedy sa boxer snaží o čo najefektívnejšie zasahovanie hlavy súpera. Na základe postoja v priebehu boxerského zápasu sme zvolili vykonanie úderu zo strehu, namiesto základného postoja, ktorým je stoj mierne rozkročný. Vzhľadom na špecifickosť biomechaniky úderu hornými končatinami sme zvolili dva modifikované testy kinestézie. Štandardizovaný test kinestézie sa vykonáva iba na dominantnej končatine, nakoľko pri boxe sa najčastejšie používajú priame údery, tzv. direkty oboma hornými končatinami, rozhodli sme sa test vykonať na prednej a rovnako aj na zadnej ruke. Pri testovaní modifikovaných testov kinestézie sme spracovali aj zápis o dosiahnutom kvadrante. Umiestnením úderu do rovnakého kvadrantu počas všetkých 5 pokusov môžeme predpokladať, že úder bude presnejší, ako keby sa nachádzal každý úder v inom kvadrante.

Nakoľko sme nezaznamenali podobné štúdie venujúce sa porovnávaním kvality a vplyvu únavy na gnostické funkcie u boxerov, nedokážeme naše výsledky porovnať s inými štúdiami.

Akútny efekt jedného tréningu boxerov na kvalitu gnostických a stereognostických funkcií zaznamenaný nebol, to však neznamená, že chronický efekt úderov do hlavy sa po čase neprejaví. V štúdii od Muravskiy et al. (15) testovali 174 amatérskych boxerov vo veku od 16 do 42 rokov, ktorí mali v minulosti opakované traumatické zranenia mozgu. Kontrolnú skupinu tvorilo 30 zdravých probandov v rovnakom vekovom rozpätí. Pomocou magnetickej rezonancie boli skúmané štrukturálne zmeny na mozgu. Výsledky štúdie hovoria o tom, že bola signifikantne rozšírená postranná mozgová komora na oboch stranách mozgu a takisto aj 3. mozgová komora.

Tieto štrukturálne zmeny sa vyskytovali v priamej úmere s vekom a počtom zápasov. Štrukturálne zmeny mozgu mohli vplyvať na kvalitu vyhodnotenia gnostických funkcií a vnímanie propriocepcie za pomoci mozgu (15,16). U neurodegeneratívnych ochorení sú často objavené zmeny v aktivácii mozgu (14,17). Ku horším gnostickým funkciám u pacientov s neurodegeneratívnymi ochoreniami tiež môže prispievať únava (18). Prevalenciu chronickej traumatickej encefalopatie u boxerov testoval McCrory et al. (19). Podľa McCrory et al. 17% boxerov z rokov 1930-1950 javilo známky traumatickej encefalopatie. Zvýšenú prevalenciu neurologického impairmentu zaznamenal aj Casson et Viano (20). Okrem zranení hlavy sa v boxe vyskytuje aj ďalšie zranenia, ktoré si vyžadujú pozornosť. Lemme et al. (21) v priebehu rokov 2005-2012 zaznamenávali najčastejšie zranenia u amatérskych boxerov. V ich výsledkoch sa najčastejšie vyskytovala instabilita v karpometakarpálnom sklbení a metakarpophalangeálnom sklbení. Prevencia zranení ruky v boxe vyžaduje dostatočnú pozornosť (22).

Naše zaznamenané zranenia korelujú s porovnávanými štúdiami, v našom súbore sa rovnako vyskytli zranenia v oblasti zápästného kĺbu, ruky a ramenného kĺbu.

Uvedomujeme si, že sa počas testovania vyskytli faktory, ktoré mohli ovplyvniť konečné výsledky nášho merania. Ďalším faktorom, s ktorým pri hodnotení výsledkov musíme počítať, je čas tréningu. Meranie prebiehalo vo večerných hodinách. Probandi preto mohli prísť na tréning pomerne unavení. Probandom sme vykonali dve merania. Pred každým meraním boli probandi verbálne poučení o priebehu testu. Vzhľadom k tomu, že sa s takýmto testovaním stretli po prvýkrát, nemuseli pochopiť významnosť testu. Keďže po tréningu sme vykonali rovnaké meranie, probandi vedeli, ako bude test prebiehať. Tento fakt mohol naše meranie ovplyvniť. Typ tréningu sa mohol odraziť na výsledkoch. Vzhľadom na to, že sme merania vykonali v dvoch rozdielnych kluboch, probandi podstúpili dva rôzne typy tréningov. Keďže pocit únavy je pre každého jedinca subjektívny, nezisťovali sme, po ktorom type tréningu sa cítili viac unavení. Nakoľko je výber probandov tvorený z dvoch rozdielnych boxerských klubov, nepredpokladáme, že majú rovnaký tréningový plán. Pomer sparingových a bezkontaktných tréningov bude pravdepodobne rozdielny. Zaradením viacerých testov na kvalitu gnostických funkcií by sme mohli dosiahnuť presnejšie výsledky. Rovnako zvýšením počtu probandov v súbore by mohlo indikovať rozdielne výsledky testov.

Záver

Tréning v boxe a údery do hlavy nevedli k zhoršeniu gnostických funkcií. Dlhodobé riziko je však otázne. V niektorých testoch dosiahli probandi po tréningu zlepšenie.

Funding

No funds were provided.

Conflict of Interest

The authors declare that they have no conflicts of interest regarding the publication of this article.

Adherence to Ethical Standards

All procedures performed in studies involving human participants were in accordance with the ethical standards of the institutional and/or national research committee and with the 1964 Helsinki Declaration and its later amendments or comparable ethical standards. Informed consent was obtained from all individual participants involved in the study.

References

1. Novotná K, Janatová M, Kadrnožková L, Holeňová M, Motýl J, Horáková D, et al. A pilot study of applicability of a new program for cognitive rehabilitation in persons with multiple sclerosis. *Rehabil Fyzikalni Lek.* 2018;25(3):131–6.
2. Dupalová D, Šlachťová M, Neumannová K, Doleželová E, Magátová M, Sečkařová L. Assessment of balance in patients with Parkinson's disease in clinical physiotherapeutic practice. *Rehabil Fyzikalni Lek.* 2017;24(4):243–9.

3. Janoutová J, Kovalová M, Ambroz P, Machaczka O, Zatloukalová A, Němček K, et al. Possible prevention of Alzheimer's disease. *Ceska Slov Neurol Neurochir.* 2020;83(1):28–32.
4. Pačesová P, Šmela P, Kraček S, Kukurová K, Plevková L. Cognitive function of young male tennis players and non-athletes. *Acta Gymnica.* 2018;48(2):56–61.
5. Jahanbakhsh H, Sohrabi M, Kakhki AS, Khodashenas E. The effect of task-specific balance training program in dual-task and single-task conditions on balance performance in children with developmental coordination disorder. *Acta Gymnica.* 2020;50(1):28–37.
6. Kozáková R, Bužgová R. Overview of questionnaires and scales of the quality of life and non-motor symptoms of patients with Parkinson's disease. *Prakt Lek.* 2018;98(2):59–64.
7. Janoutová J, Kovalová M, Ambroz P, Machaczka O, Zatloukalová A, Němček K, et al. Vascular and psychosocial risk factors of mild cognitive impairment - pilot study. *Prakt Lek.* 2019;99(2):64–7.
8. Miertová M, Bóriková I, Grendár M, Madleňák J, Tomagová M, Žiaková K. Significant fall risk factors in the personal history of in-patients with neurological disease. *Ceska Slov Neurol Neurochir.* 2019;82(6):649–54.
9. Schön M, Straka I, Sedliak M, Ukropec J, Valkovič P, Ukropcová B. The role of physical activity in the management of patients with parkinson's disease. *Ceska Slov Neurol Neurochir.* 2019;82(5):496–504.
10. Kolář P, Smržová J, Kobesová A. Developmental coordination disorder - Developmental dyspraxia. *Ceska Slov Neurol Neurochir.* 2011;74(5):533–8.
11. Kobesova A, Kolar P. Developmental kinesiology: Three levels of motor control in the assessment and treatment of the motor system. *J Bodyw Mov Ther.* 2014;18(1):23–33.
12. Kolář P. Systematization of muscular dysbalances from the aspect of developmental kinesiology. *Rehabil Fyzikalni Lek.* 2001;8(4):152–64.
13. Čelko J, Kováčová K. Increased brain oxygen level stimulates gnostic functions in healthy people and in people with Alzheimer's disease. *Zdr Listy.* 2019;7(3):6–10.
14. Šlachťová M, Umlaufová K, Dupalová D, Neumannová K. Postural and cognitive impairment in patients with Parkinson's disease - Testing in rehabilitation. *Rehabilitacia.* 2017;54(4):279–88.
15. Muravskiy A, Polischuk M, Udekwu D. Magnetic resonance imaging in boxers with repeated traumatic brain injury. *Pol Merkur Lek Organ Pol Tow Lek.* 29. říjen 2019;47(280):134–8.
16. Šilhán D, Ibrahim I, Tintěra J, Bartoš A. Magnetic resonance imaging showing parietal atrophy of the brain in late-onset Alzheimer's disease. *Ceska Slov Neurol Neurochir.* 2019;82(1):91–5.
17. Dvoráčková D, Panek D, Pavlu D, Martmek M. Brain activity changes during walking affected by cueing in Parkinson's disease patients viewed by s lor eta imaging. *Rehabilitacia.* 2019;56(4):306–14.
18. Novotná K, Suchá L. Tiredness as the most common obstacle of motion activities in people with multiple sclerosis. *Rehabilitacia.* 2018;55(2):102–7.
19. McCrory P, Zazryn T, Cameron P. The evidence for chronic traumatic encephalopathy in boxing. *Sports Med Auckl NZ.* 2007;37(6):467–76.
20. Casson IR, Viano DC. Long-Term Neurological Consequences Related to Boxing and American Football: A Review of the Literature. *J Alzheimers Dis JAD.* 2019;69(4):935–52.
21. Lemme NJ, Ready L, Faria M, DeFroda SF, Gil JA, Owens BD. Epidemiology of boxing-related upper extremity injuries in the United States. *Phys Sportsmed.* 2. říjen 2018;46(4):503–8.
22. Loosemore M, Lightfoot J, Gatt I, Hayton M, Beardsley C. Hand and Wrist Injuries in Elite Boxing: A Longitudinal Prospective Study (2005-2012) of the Great Britain Olympic Boxing Squad. *Hand N Y N.* 2017;12(2):181–7.