

Oponentský posudek

Autor práce: **Mgr. Jan Kodejška**

Název práce: **Efekt ponořování předloktí do studené vody na opakované izometrické kontrakce flexorů prstů do vyčerpání u sportovních lezců**

Oponent: **Doc. MUDr. Pavel Stejskal, CSc.**

FTVS UK, duben 2018, 96 stran + přílohová dokumentace v počtu 2 dokumentů, 198 použitých odborných pramenů, velká většina (195) zahraničních

V kapitole **Teoretická východiska** (str. 11 – 33) autor postupně shrnuje základní informace týkající se únavy a zotavení, které je urychlováno mimo jiného i ochlazováním nejčastěji aplikací studené vody (cold water immersion - CWI). Proto se v další subkapitole autor zabývá fyziologickými mechanismy, které při CWI mohou působit. Vázokonstrikce může zmenšovat často přítomný otok, omezit tvorbu zánětu po zátěži a působit analgeticky, redistribuce krve může zvyšovat centrální objem krve, žilní návrat, systolický srdeční objem a aktivitu parasymptiku a bránit přehřátí tělesného jádra, snížení nervosvalové vodivosti může rovněž působit analgeticky a zpomalení metabolismu myocytů může redukovat stres z nedostatku kyslíku.

Dále je uveden přehled využití CWI ve sportovní praxi u týmových sportů. Pozitivní efekt CWI se projevuje nejčastěji analgetickým efektem, avšak vliv na rychlejší redukcí objektivních ukazatelů svalového poškození není jednoznačný. Literární odkazy týkající se sledování vlivu ochlazování na výsledky motorických testů u týmových sportů nebyly jednoznačné, často měly zcela protichůdné výsledky.

U individuálních sportů pozitivní vliv CWI na ukazatele svalového poškození a doprovázející bolest nebyl jednoznačně prokázán; příčinou mohla být rozdílnost použitých protokolů CWI a testovací fyzické zátěže. Při brzkém opakování vyčerpávající fyzické zátěže (je-li časový odstup mezi zátěžemi kratší než 40 minut), kdy dochází k poklesu výkonu, však může být tento pokles pomocí CWI redukován.

Na šesti stranách (s. 34 – 39) se autor poměrně detailně zabývá základními matematickými a technickými principy, spolehlivostí a možnostmi konkrétního využití blízké infračervené spektroskopie (NIRS) v biomedicíně sportovním prostředí. Změny indexu tkáňové saturace kyslíkem, ke kterým dochází v závislosti na intenzitě a délce svalových kontrakcí a na kvalitě a trvání regenerace, umožní pak sledovat dynamiku deoxygenace a reoxygenace.

V další kapitole se autor věnuje sportovnímu lezení a jeho třem sportovním disciplinám (s. 41 – 45). V samostatné podkapitole potom popisuje oběhovou a metabolickou odezvu na jednotlivé typy zatížení, zejména pak na limitující izometrickou kontrakci flexorů předloktí, která vysokým intramuskulárním tlakem může způsobovat lokální cévní okluzi.

Disertační práce pokračuje dvěma **výzkumnými otázkami, cílem a dvěma** správně formulovanými **hypotézami** (s. 47). V sedmé kapitole (s. 48 – 57) je popsána **metodika práce** a je uvedena stručným popisem designu studie a popisem zkoumaného souboru. V podkapitole nazvané **Realizace měření**

je uvedena časová struktura studie, popis polohy jednotlivých částí těla, popis testovacích protokolů a průběhu zotavení. Obsahem další podkapitoly je metodický postup při snímání teploty, při měření síly pomocí dynamometru 3D-SAC a při hodnocení změn celkového hemoglobinu a indexu tkáňové saturace kyslíkem v m. digitorum profundus pomocí NIRS. Poslední subkapitola je věnována metodice vyhodnocování výsledků obou studií, tj. reliability intermitentního výkonu a NIRS a akutního efektu ponořování do studené vody.

V osmé kapitole (s. 58 – 70) jsou srozumitelně a systematicky uvedeny **výsledky** obou studií jednak slovně, jednak v šesti tabulkách a deseti grafech.

Protože autor nenašel žádnou publikaci, která by posuzovala reliabilitu sportovně specifického vysoce intenzivního intermitentního výkonu do vyčerpání, zabývá se v první části diskuse (s. 71 – 74) reliabilitou tohoto výkonu a NIRS a stanovením minimálních věcných rozdílů sportovně specifického výkonu, indexu tkáňové saturace a celkového hemoglobinu pro populaci sportovních lezců.

V diskusi o vlivu ponořování do studené vody (s. 75 – 79) ukazuje autor nejdříve na priority své studie (vliv ponořování do studené vody na intermitentní výkon do vyčerpání ve specificky sportovních a standardizovaných podmínkách u sportovních lezců, vliv dvou teplot vody při ponořování na opakovaný intermitentní výkon a odvozené parametry NIRS u sportovních lezců). Diskutuje některé rozdílné podmínky srovnávaných studií (lezecká stěna bez sledování rychlosti lezení vs. laboratoř), které mohou být příčinou rozdílných výsledků. Zlepšení vytrvalostní charakteristiky svalové práce vysvětluje optimalizací teploty m. flexor digitorum profundus, redukcí nervové stimulace a následně i tvorby kyselých metabolitů, rychlejším návratem svalového pH do výchozích hodnot a analgézií v oblasti pracujícího svalu. Relativně velkou variabilitu efektu ponořování do studené vody je možno vysvětlit mimo jiné i rozdílnou tloušťkou podkoží a rozdílnou chladovou senzitivitou, hloubkou a objemem svalu, či plochou ochlazované kůže, ale i celkovou únavou, hydratací, či nutricí.

Dynamika indexu saturace kyslíkem a celkového hemoglobinu svědčí o tom, že CWI může vést k výraznější deoxygenaci a tím k prodloužení výkonu. Tento nálezn autor konfrontuje s literárními odkazy a vysvětluje případné diametrální rozdíly (typ svalové kontrakce a úroveň prokrvení zatíženého svalu). Protože mechanismus působení lokálního ochlazení není zcela objasněn a protože pravidelné vystavování této proceduře může být spojeno s narušením adaptačních mechanismů lezeckého tréninku, nelze doporučit využívání CWI v tréninku. Závěrem této kapitoly autor korektně ukazuje na četné limity studie.

V závěrech své disertační práce autor shrnuje výsledky a konstatuje, že ponořování do studené vody významně zvýšilo rychlost zotavení a intermitentní izometrický výkon během druhého a třetího opakování; ponořování do méně studené vody (15° C) také víc zvýšilo intermitentní izometrický výkon během třetího opakování, než ponořování do studenější vody (8° C). Zároveň upozorňuje, že interpretace výsledků podobných studií by měla být založena i na minimálních věcných rozdílech, které mohou zpochybnit jejich signifikaci.

Řešené **téma je aktuální** jak z hlediska fyziologie zátěže, tak i z hlediska sportovního lezení. Optimalizace tréninkového procesu a zvyšování sportovní výkonnosti jsou velmi často poměrně těsně závislé na kvalitě regenerace organismu v průběhu zotavení. Při opakování vysoce intenzivních

výkonů patří CWI k nadějným a snadno dosažitelným procedurám, které urychlují regeneraci organismu.

Z **metodologického hlediska** je disertace připravena a zpracována velmi dobře. Autor zachoval v celé práci střízlivý až kritický přístup, který mu umožnil poměrně přesně a s odstupem definovat silné a slabé stránky řešení problematiky.

Autor disertační práce použil pro vyhodnocení účinků CWI blízké infračervené spektroskopie a přinesl několik **nových informací**, které mohou přispět ke zvýšení efektivity CWI v **praxi sportovního lezení**. Za nejzajímavější je možno považovat dynamiku indexu saturace kyslíkem a celkového hemoglobinu při CWI, která nepřímo svědčí o zvýšené spotřebě kyslíku intenzivně pracujícího svalu za podmínek CWI. Pro eventuální potvrzení tohoto závěru bude však třeba hledat modifikované nebo zcela jiné metodické postupy.

Po **formální stránce** je disertace zpracována velmi dobře, je psána srozumitelným jazykem a v textu je velmi málo chyb.

K **přednostem disertační práce** je možno počítat jak adekvátní teoretickou analýzu problému, tak i použitý metodický postup, které autorovi pomohly prezentovat zajímavé a často prioritní poznatky a korektně je obhajovat v diskusi.

V disertační práci jsem neshledal zásadní **nedostatky**. O některých níže uvedených formulacích by bylo možno vést diskusi, která však nemá negativní vliv na celkové hodnocení. Totéž platí o některých méně srozumitelných formulacích a chybách.

1. Trvání sportovního výkonu maximální intenzitou ve výbušných sportech až do 10 s (s. 26) může omezit význam využití makroergních fosfátů jako dominantních energetických substrátů, protože už od 3. sekundy stoupá význam glykolýzy (vrcholí kolem 5. sekundy). Podobně příliš dlouhý horní časový limit u anaerobně vytrvalostních sportů (90 sekund) posunuje všechna energetická pásma (včetně dolního limitu aerobně vytrvalostních sportů) k poněkud delším časům.

2. Proces zotavování (doplňování energie) během výkonu probíhá při každé svalové kontrakci a netýká se pouze určitého typu svalové práce („...intermitentní typ zatížení nebo přenosové fáze - str. 16). V žádném případě však nedojde v průběhu intenzivní tělesné práce k úplné normalizaci fyziologických funkcí, návratu homeostázy a k obnově energetických zdrojů.

3. S laktátem je často spojován pokles pH při intenzivní krátkodobé práci. Přitom laktát je naopak akceptor vodíkových iontů, které vznikají spolu s laktátem disociací kyseliny mléčné. Důvodem tohoto obecně akceptovaného chybného tvrzení je často užívaná zkratka, že „...laktát vzniká při rychlé glykolýze přeměnou pyruvátu pomocí laktátdehydrogenázy ...“ (str. 26).

4. Je vhodné přijmout tezi, že „... anaerobní práh nastává přibližně kolem hodnot laktátu 4 mmol/l ...“ (str. 26), když je známo, že maximální laktátový setrvalý stav může být v rozsahu až 6 mmol/L (2 – 8 mmol/L)?

5. V tab. IV (s. 58) byla nalezeny nevýznamné rozdíly, nikoliv „... žádné rozdíly v čase, FTI, ... ani RFD ... mezi opakováním intermitentního testu“.

6. Podmínku, kterou uvádí autor na str. 49 „V těchto třech týdnech nevykonávali účastníci žádné cvičení, které by ... využívalo flexory prstů...“ je možno považovat za velmi obtížně splnitelnou.

7. Některé věty by mohly být z hlediska srozumitelnosti přeformulovány. Např. na str. 12 „Svalová únava může vznikat na mnoha místech podél dráhy, která vede od centrálního nervového systému až k produkci svalové síly.“ (kolize mezi termíny - vzruchy se šíří v CNS mozkovými drahami). Na str. 31 : „...Zotavení bylo aplikováno v 20 min přestávce mezi výkony ...“. Str. 72 „Naše výsledky ukázaly, že intermitentní výkon má dostatečnou reliabilitu a cw-NIRS v klidu i během testu, nicméně interpretace ...“.

8. Gramatické chyby (str. 30 a 31) „... se zabývalo celkem jedenáct námi známých studií...“

Předložená disertační práce má význam i pro rozvoj kinantropologie, neboť přináší zajímavé a v některých případech i prioritní teoretické informace o CWI. Vzhledem k tomu, že téma je přímo určeno úzké specializaci sportovního lezení, je samozřejmě možno některé závěry aplikovat přímo v praxi.

Při obhajobě práce doporučuji diskutovat následující otázky:

1. V teoretických východiscích svalové únavy jste nezmínil aktivitu klíčových enzymů glykolýzy. Co může být **příčinou poklesu aktivity fosfofruktokinázy** v průběhu intenzivní intermitentní zátěže?
2. Při opakovaných intenzivních svalových kontrakcích se postupně **zvyšuje zastoupení aerobní fosforylace**. Nemohla tato skutečnost hrát také roli v popsáných experimentech a být jednou z příčin jejich relativně velké variability?

Předložená disertační práce splňuje po stránce formální i obsahové požadavky standardně kladené na disertační práce podle řádu doktorského studia na Univerzitě Karlově. Autor ve své disertační práci prokázal schopnost samostatné tvůrčí vědecké práce v oboru kinantropologie. **Práci doporučuji k obhajobě.**

Doc. MUDr. Pavel Stejskal, CSc.

V Olomouci, 1. 6. 2018