

MĚŘENÍ EMG AKTIVITY SVALOVÉ TKÁNĚ PO APLIKACI CELOTĚLOVÉ CHLADOVÉ TERAPIE (-130°C) MEASUREMENT OF EMG ACTIVITY OF MUSCULAR TISSUE AFTER THE APPLICATION OF WHOLE-BODY COOL THERAPY (-130°C)

KRUMLOVÁ, H., PÁNEK, D., PAVLŮ, D.

Katedra fyzioterapie FVTS UK, Praha,

SUMMARY

The aim of the study was to follow muscular tissue electric activity after whole body cool therapy by means of surface EMG. Muscular activity was recorded from brachial m.biceps. Five top sportsmen at the age of 20-35 years participated in the measurement. Results of the study revealed that surface electromyography can detect changes in electric activity after the application of whole-body cool therapy. In four of five measured probands there was a delayed beginning of muscular fatigue after the application of CChT. Moreover, the application of CChT resulted in increased MVC in all five measured probands.

KEY WORDS

whole-body cool therapy, cryotherapy, surface electromyography, muscular fatigue, isometric muscular contraction, maximum voluntary contraction (MVC)

PROBLÉM

Celotělová chladová terapie (CChT), nebo také kryoterapie je fyzikální, rehabilitační metoda, která využívá suchého chladného vzduchu o teplotě -130°C až -160°C ke krátkodobému, reflexnímu ochlazení celého těla. Výzkumy zabývající se touto metodou přicházejí převážně z Německých a Polských výzkumných institutů. V těchto zemích je tato metoda již řadu let hojně využívána jak k léčebným účelům, tak k regeneraci svalové tkáně ve vrcholovém sportu. *Provedené studie v oblasti vrcholového sportu poukazují na to, že koncentrace krevního laktátu po aplikaci CChT dosahuje při zátěži nižších hodnot, než v případě bez předchozího ochlazení. Dále je dosahováno nižší zátěžové tepové frekvence po aplikaci CChT, nežli v případě bez předchozího ochlazení.* (7). Tyto poznatky o účinku CChT vedou k závěru, že po aplikaci CChT dochází k rychlejšímu odbourání laktátu ze svalové tkáně a efektivnějšímu využití kyslíku ve tkáních. Tím se snižuje srdeční frekvence potřebná při zátěži. Na základě všech publikovaných účinků CChT jsme si položili otázku, zdali se účinek celotělové chladové terapie projeví přímo na elektrické aktivitě svalu ve smyslu oddálení nástupu svalové únavy a zvýšení MVC svalu.

METODIKA

Studie byla provedena v Kryocentru v Praze Modřanech v kryokomoře „Arctica“ polské firmy „Cryoflex“. Tato studie představuje pilotní studii u pěti probandů. Bylo vybráno 5 vrcholových sportovců. Čtyři jsou bobisté a jeden tenista. Všichni ve věku od 20 – 35 let. Anamnesticky nebyly shledány žádné úrazy ani onemocnění, které by měly dopad na pohybový systém a limitovaly průběh studie. Všechny 5 mužů se zúčastnilo studie dobrovolně. Projekt byl schválen etickou komisí UK FTVS a byl podepsán informovaný souhlas. Studie obsahovala 3 na sebe navazující měření EMG aktivity svalu m.biceps brachii po absolvované

kryoterapii. Svalová aktivita byla snímána nejprve před vstupem do polaria, 5 min. po výstupu a 30 min. po výstupu z polaria. V polariu setrvali probandí stanovenou dobu 3. minuty. V každé ze tří po sobě navazujících měření byla u každého probanda stanovena hodnota MVC (maximální volní kontrakce) svalu. Z této hodnoty byla vypočtena 30% hodnota svalové aktivity, která byla probandem udržována izometrickou kontrakcí po dobu 3. minut.

VÝSLEDKY STUDIE

Nástup svalové únavy jsme definovali jako pokles frekvence střední hodnoty výkonového spektra EMG signálu o 30% oproti hodnotě frekvence na začátku každého měření. U čtyř z pěti probandů došlo k oddálenému nástupu svalové únavy v průběhu izometrické kontrakce po aplikaci CChT. Izometrická kontrakce byla měřena před aplikací CChT, poté po 5. a 35. minutě výstupu z chladové komory. U probandů č. 1-4 došlo k nástupu svalové únavy po aplikaci CChT vždy za delší časový úsek než před aplikací CChT. Po aplikaci v 5. minutě došlo u druhého a čtvrtého probanda k výraznému prodloužení nástupu svalové únavy až o dvojnásobek naměřené původní hodnoty (před aplikací CChT). U probanda č. 5 nedošlo k nástupu svalové únavy ani v jednom ze tří po sobě jdoucích měření. (Tab.1.)

Tab.1.: Vyjadřuje časový interval nástupu svalové únavy v průběhu izometrické kontrakce. Časové hodnoty jsou vyjádřeny v sekundách.

Proband	Izometrie před	Izometrie po 5.min	Izometrie po 35.min
I	70 s	80 s	80 s
II	70 s	130 s	80 s
III	50 s	70 s	60 s
IV	50 s	120 s	90 s
V – bez únavy	180s	180 s	180s

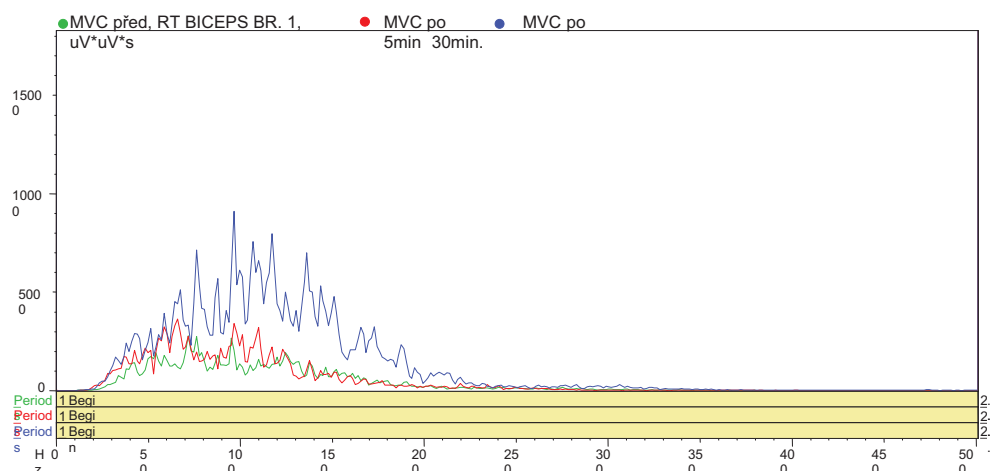
Maximální volní kontrakce svalu byla vyhodnocena před vstupem do chladové komory, v 5. a 30. minutě po výstupu z chladové komory. U všech pěti probandů došlo při měření v 5. minutě po aplikaci CChT ke zvýšení MVC. Při měření ve 30. minutě docházelo již ke snížení hodnot MVC oproti naměřeným hodnotám v 5 minutě. Naměřené hodnoty ve 30. minutě však zůstávají u čtyř probandů vyšší, nežli hodnoty naměřené před vstupem do polaria. (Tab.2.)

Tab.2.: Naměřené hodnoty MVC jsou zobrazeny v jednotkách mikrovolt a zaokrouhleny na celá čísla.

Proband	Před (μV)	5 min. po (μV)	30 min po (μV)
I	3606	4051	4563
II	4441	5154	4752
III	3638	4628	3695
IV	2936	4643	2747
V	1541	2228	1994

V daném intervalu maximální volní kontrakce bylo vyhodnoceno frekvenční spektrum, které hovoří o časoprostorové aktivaci motorických jednotek (MJ) svalu (Tab. 3.) U třech probandů došlo při MVC po aplikaci CChT jak k prostorové sumaci (vyššímu náboru) motorických jednotek svalu, tak k časové sumaci (vybíjení vyššího kmitočtu) MJ svalu.

Tab 3. ilustrativně zobrazuje rozložení výkonového frekvenčního spektra v průběhu tří nezávislých maximálních kontrakcí u probanda číslo 1.



Tab.3: Výkonové frekvenční spektrum v průběhu MVC. Zelená křivka - před vstupem do polaria, červená křivka - 5.min po výstupu, modrá křivka - 30.min po výstupu z polaria

DISKUZE

Při měření izometrické kontrakce před vstupem do polaria, docházelo u všech probandů k pocitům dyskomfortu a bolesti svalu z důvodu narůstající hypoxie a acidózy. Pocity se většinou shodovali s naměřenými hodnotami. Izometrická kontrakce po 5. minutách výstupu z polaria byla snášena ze všech měření nejlépe a zároveň bylo dosahováno nástupu svalové únavy za mnohem delší časový interval. Chladovou stimulací A- δ nervových vláken bylo přehlušeno vedení bolestivých vjemů do CNS. (5.) Probandi nepocítovali bolest ve svalu a k udržení 30% kontrakce nebylo nutné použít tak velkého úsilí jako v prvním případě. Další otázkou je, jakým mechanismem dochází v 5. minutě po aplikaci CChT ke zvýšené MVC svalu. Nabízejí se dvě skutečnosti, které se mohou současně doplňovat. Na periférii dochází k procesu dilatace cévního řečiště a ke zvýšenému prokrvení svalů (obohacení tkání o kyslík a živiny), zároveň dochází k centrální aktivaci α -motoneuronů z CNS. Z dostupné literatury se lze dočíst, že *při činnosti svalu se aktivují jednotlivé motorické jednotky asynchronně postupným náborem MJ v lineární závislosti na vyvíjeném úsilí. Zvyšování úsilí probíhá „prostorovou sumací“ aktivních neuronů, tzv.rekrutací, tj. stoupajícím náborem počtu aktivovaných motoneuronů ve svalu. Při vyvíjení nadměrného úsilí při svalové kontrakci dochází k „časové sumaci“, tj. MJ vybíjejí vyšším kmitočtem než obvykle. Ani při maximálním úsilí však nedochází k aktivaci všech MJ. Stává se tak při nebezpečích ohrožení života, nebo při maximálních emocích* (16). Tato maximální emoce přichází v průběhu vnímání maximálního podnětu, kterým teplota – 130°C zajisté je. Organismus reaguje aktivací, která vychází z limbického systému a prostřednictvím retikulární formace dochází k aktivaci míšních α -motoneuronů. Touto cestou dojde k aktivaci „spících“ MJ, které se za běžných situací do maximální kontrakce nezapojí (16). Frekvenční spektrum vyhodnocené v daném intervalu MVC ukazuje, že k časoprostorové sumaci MJ svalu po aplikaci CChT opravdu dochází. Vzhledem k malému počtu probandů, nelze tento jev pokládat za potvrzený. Lze se však domnívat, že na určité jedince chlad působí zvýšením centrální aktivační úrovně, jejímž vlivem dochází k nadměrné aktivaci MJ a tím k produkci maximální možné volní kontrakce

svalu. Ve 30. minutě dochází k postupnému snižování hodnoty MVC u všech pěti probandů. Snižování hodnoty MVC ve třetím měření si lze vysvětlit periferním nástupem svalové únavy a centrálním snížením aktivační úrovně organismu, v důsledku odeznění působení extrémního podnětu. Proband již není schopen volným úsilím ke generaci silového momentu původní intenzity jak z důvodu zvýšeného katabolismu svalu a vyčerpání důležitých substrátů (Ca^{2+} , ATP..), tak z důvodu snížení centrální aktivity.

ZÁVĚR

Cílem této pilotní studie bylo objasnění účinku extrémního chladu na svalovou tkáň pomocí povrchové EMG. Zaměřili jsme se na detekci změny elektrické aktivity svalu po aplikaci CChT. Vzhledem k malému počtu probandů, nelze výsledky studie pokládat za potvrzené. Lze se však domívat že ke změně elektrické aktivity svalu po aplikaci CChT opravdu dochází a to ve smyslu oddálení nástupu svalové únavy a zvýšení MVC. Těchto účinků lze pozitivně využít jak v oblasti vrcholového sportu, tak v oblasti léčebně - rehabilitační. Proto je metoda CChT svými účinky nápomocná při léčbě mnohých onemocnění, projevujících se svalovým oslabením (myopatie, RS), či zánětlivým kloubním onemocněním (arthritis rheumatoides). V oblasti vrcholového sportu slouží metoda CChT jako prevence svalové únavy po náročném sportovním výkonu. Představenou pilotní studií bychom rádi přispěli k procesu vědecky podložených informací o chování svalové tkáně po aplikaci celotělové chladové terapie. Zároveň doufáme, že tento příspěvek bude do budoucna vhodným stimulem pro studie následující.

Příspěvek vznikl s podporou VZ MŠMT ČR MSM 0021620864

LITERATURA

1. AMBLER, Z.: Neurologie pro posluchače všeobecného lékařství. Praha, Státní pedagogické nakladatelství, 1990, s. 6-22.
2. ČIHÁK, R. :Anatomie 3. Praha, Grada Publishing, 2004, s. 325-467.
3. DELUCA,C.J. The Use of Surface Elektromyography in Biomechanics. 1993. <http://www.delsys.com/Knowledge Center/Tutorials.html>
4. DYLEVSKÝ, I.: Obecná kineziologie. Praha, Grada Publishing, 2007, s. 159-173.
5. GROMNICA, R., ŠMUK, L., BAJGAR, M., DUDYS, R. Metoda celotělové chladové terapie poprvé v ČR. Rehabil. fyz. lék., roč. 12, 2005, č. 4, s. 3-4.
6. JANDOVÁ, D. Neurofyziologie termoregulace. studijní materiál 3.ročník fyzioterapie. Praha, 2006.
7. JOCH, W., ÜCKERT, S., FRICKE, R.: Bedeutung kurzfristig und hoch dosierter Kalteapplikation. BISp-Jahrbuch, Institut für Sportwissenschaft. Universität Münster, 2003, s. 245-252
8. KRAUSE, B. A., HOPKINS, J. T., INGERSOLL, CH. D., CORDOVA, M. L., EDWARDS, J. E. The Relationship of Ankle Temperature During Cooling and Rewarming to the Human Soleus H Reflex. J.Sport.Rehabil., 9, 2000, s. 253-262
9. LEPPALUOTO, J., WESTERLUND T., HUTTUNEN, P., OKSA, J., SMOLANDER, J., DUGUE B. Effects of long-term whole-body cold exposures on plasma concentrations of ACTH,beta-endorphin, cortisol, catecholamines and cytokines in healthy females. The Scandinavian Journal of Clinical & Laboratory Investigation, Sv. Vol. 68, No. 2, April 2008, s.145–153.

10. PÁNEK, D., PAVLŮ, D., ČEMUSOVÁ J. Rychlost vedení akčního potenciálu svalu jako identifikátor nástupu svalové únavy v povrchové elektromyografii. Rehabil. fyz. lék., roč. 16, 2009, č. 4, s. 96 -101.
11. PÁNEK, D., PAVLŮ, D., ČEMUSOVÁ J. Počítačové zpracování dat získaných pomocí povrchového EMG. Rehabil.Fyz.Lék
12. PAPENFUSS, W.: Die Kraft aus der Kälte, Ganzkörperkältetherapie bei -110 °C. Regensburg, Edition K, 2005, s. 15-49.
13. PFEIFER, J.: Neurologie v rehabilitaci. Praha, Grada Publishing, 2007,s. 183-186.
14. PODĚBRADSKÝ, J., VAŘEKA, F.: Fyzikální terapie II. Praha, Grada Publishing, 1998, s. 76
15. TROJAN, S.: Lékařská Fyziologie. Praha, Grada Publishing, 2003, s. 423-430.
16. VÉLE, F.: Přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy. Praha, Triton, 2006, s. 46-96.
17. WESTERLUND, T., OKSA, J., SMOLANDER, J., MIKKELSSON, M. Thermal responses during and after whole-body cryotherapy (-110°C). Journal of Thermal Biology, 28, 2003, s. 601–608.
18. WESTERLUND, T., SMOLANDER, J., KOSKINEN, A. U., MIKKELSSON, M. The blood pressure responses to an acute and long - term, whole-body cryotherapy (-110°C) in men and women. Journal of Thermal Biology, 29, 2004, s. 285–290.
19. WESTERLUND, T., UUSITALO, A., SMOLANDER, J., MIKKELSSON, M. Heart rate variability in women exposed to very cold air (-110 °C) during whole-body cryotherapy. Journal of Thermal Biology, 31, 2006, s. 342–346.
20. SMOLANDER, J., WESTERLUND, T., UUSITALO, A., OKSA, J., MIKKELSSON, M. Lung function after acute and repeated exposures to extremely cold air (-110°C) during whole-body cryotherapy. Clin. Physiol. Funct. Imaging, 26, 2006, s. 232–234
21. ZEMAN, V.: Adaptace na chlad u člověka. Praha, Galén, 2006, s. 43-63.

SOUHRN

Cílem pilotní studie bylo sledování elektrické aktivity svalové tkáně po aplikaci celotělové chladové terapie, pomocí povrchové EMG. Pozornost byla zaměřena na detekci MVC (maximální volní kontrakce) před a po výstupu z chladové komory. Dále byl sledován nástup svalové únavy v průběhu izometrické kontrakce před a po aplikaci celotělové chladové terapie (CChT). Svalová aktivita byla snímána z m.biceps brachii. Na měření se účastnilo pět vrcholových sportovců ve věku 20-35 let. Z výsledků studie vyplývá, že pomocí povrchové elektromyografie lze detekovat změnu elektrické svalové aktivity po aplikaci celotělové chladové terapie. U čtyř z pěti měřených probandů došlo k oddálenému nástupu svalové únavy po aplikaci CChT. Dále došlo ke zvýšení MVC po aplikaci CChT u všech pěti měřených probandů.

KLÍČOVÁ SLOVA

celotělová chladová terapie, kryoterapie, povrchová elektromyografie, svalová únava, izometrická kontrakce svalu, maximální volní kontrakce svalu (MVC)

Recenzoval:

prof. MUDr. Václav Zeman, CSc.