

TEST SED LEH OPAKOVANĚ Z TESTOVÉ BATERIE UNIFITTEST A BRÁNIČNÍ TEST V TĚLOVÝCHOVNÉ PRAXI

THE SIT-UP TEST FROM TESTING BATTERY UNIFITTEST AND DIAPHRAGM TEST IN PHYSICAL TRAINING

Renata Malátová, Pavla Dřevíková

Jihočeská Univerzita v Českých Budějovicích, Pedagogická fakulta, Katedra tělesné výchovy a sportu

ABSTRACT

The aim of this study was take the condition of deep stabilizing spine system (DSSS). There was chosen sit-up test from testing battery UNIFITTEST 6-60 and diaphragm test. Individual tests were measured with muscle dynamometer SD02. Because muscles of DSSS form one functional unit and dysfunction only one muscle makes dysfunction whole system. We suppose that the proportion of engagement of musculus rectus abdominis and musculus transversus abdominis will be constant. 45 healthy women took part in the research. The results of measurement were statistically processed by Statistica 6 programme. There was prove the underaction ventral stabilization of spine at monitored subjects.

Keywords: deep stabilizing spine system, muscular dynamometer, abdominal muscles, low back pain, strengthening

SOUHRN

Cílem práce bylo zjistit stav hlubokého stabilizačního systému páteře (HSSP). Byl vybrán test leh-sed opakovaně z testové baterie UNIFITTEST 6-60 a brániční test. Jednotlivé testy byly měřeny svalovým dynamometrem SD02. Svaly stabilizačního systému tvoří jednu funkční jednotku a dysfunkce pouze jediného svalu způsobuje dysfunkci celého systému, proto předpokládáme, že za fyziologické situace bude poměr zapojení přímého břišního svalu i příčného břišního svalu shodný. Výzkumu se zúčastnilo 45 zdravých žen, průměrný věk 21,6 let. Výsledky měření byly statisticky zpracovány programem Statistica 6. Byla prokázána nedostatečná přední stabilizaci páteře u sledované skupiny.

Klíčové slová: svalový dynamometr, hluboký stabilizační systém páteře, břišní svaly, bolest, bederní páteř

Úvod

Každý lidský organismus je složitý systém, ve kterém jsou jednotlivé podsystémy hierarchicky uspořádány. Jednotlivé prvky tohoto systému vzájemně vytváří nekonečné množství vazeb a tím určují vlastnosti celku. Mechanickým projevem svalové činnosti je kontrakce svalu, která je výsledkem kooperace jednotlivých systémů organismu, které pracují vždy jako jeden celek. Za normálních podmínek je tonus svalů na protilehlých stranách kloubů v takovém poměru, aby bylo zajištěno účelné a správné držení příslušného segmentu těla. Hovoříme o svalové rovnováze. Každé porušení svalové rovnováhy může způsobit v různých časových intervalech potíže a bolestivé stavy. Bolest v zádech je popisována jako jeden z nejběžnějších a podstatných muskuloskeletárních

problémů v USA (Natarajan a kol., 2008). Bonetti a kol. (2005) uvádí, že samotná bolest v kříži nebo s ischialgickou propagací postihuje přibližně 80% populace alespoň jednou za život. Vertebrogenní poruchy vznikají na základě nefunkčního systému stabilizace páteře. Stabilizační funkce svalů u vertebrogenních obtíží je studována již řadu let Cresswell a kol. (1992), Cresswell a kol. (1994), Deyo (2004), Gracovetsky a kol. (1985), Hides a kol. (1996), Hodges (1996), Hodges a Richardson (1996), Hodges a Gandevia (2000), Philips a kol. (2008) a jiní.

Stabilizace páteře je považována za předpoklad stability osového skeletu a ochrany před přetížením. Podrobnější rozbor přinesl Panjabi (1992) počátkem devadesátých let. Stabilizace páteře znamená schopnost udržet klidové seskupení páteře

jako celku, které je dané tvarem obratlů a zakřivením páteře. Stabilizace páteře je zajištěna svalovou souhrou, neboli zpevněním páteře během všech pohybů. Svaly zajišťující stabilizaci páteře jsou aktivovány i při jakémkoliv statickém zatížení, tj. stojí, sedí apod. Změny zapojení svalů do stabilizace jsou jedním z hlavních důvodů vzniku vertebrogenních obtíží. U probandů bývá velmi často porušena svalová souhra řízená centrálním nerovným systémem. Významným faktorem jsou poruchy relaxace nebo poruchy při diferenciaci pohybu. Zjednodušeně to znamená to, že cvičenec při pohybu využívá nadměrné svalové síly a větší počet svalů, než je při cíleném pohybu třeba. Vznikají tak vnitřní síly, které značně přetěžují pohybové segmenty (Kolář a Lewit, 2005). Na stabilizaci páteře se podílí hluboký stabilizační systém páteře, který je tvořen břišními svaly, paravertebrálními svaly, svaly pánevního dna a bránicí. Nejedná se o samostatné funkce jednotlivých svalů systému, ale o svalovou synergii fungující jako celek, který hraje zásadní roli pro statiku páteře. Poruchy svalové stabilizace páteře jsou významným etiopatogenetickým faktorem vzniku bolestí zad, ale i celé řady jiných poruch (Kolář a Lewit, 2005). Oslabené břišní svaly jsou přítomny u lidí s bolestí v bederní části páteře, to může být upraveno tréninkem těchto svalů. Izolované posilování hlubokých břišních svalů odděleně od ostatních svalů trupu je nutné v počáteční fázi tréninku, aby se zlepšilo načasování aktivace posilovaných svalů a redukovaly se příznaky a návrat bolesti v bederní páteři (Hall et al., 2007). I další autoři poukazují (Urquhart et al., 2005; McCook et al., 2007) na souvislost mezi stavem břišních svalů, stabilizací páteře a bolestí v bederní části páteře.

Pro stabilizaci páteře je velmi důležité, aby došlo k jejímu zpevnění v úseku bederní páteře. Na této stabilizaci se podílí všechny svaly hlubokého stabilizačního systému a je nutné, aby při zvyšování intraabdominálního tlaku došlo k souhře mezi bránicí a břišními svaly, které zajišťují přední stabilizaci páteře, a jejich protihrači zádovními svaly.

Při správné funkci břišní stěny má zvýšení intraabdominálního tlaku pozitivní vliv na stabilitu bederní páteře (Janura a Míková, 2003). Bederní páteř se zpevňuje a snižuje se vliv vnější zátěže. Při nedostatečném zpevnění břišní stěny má zvýšení intraabdominálního tlaku spíše negativní účinky. Břišní stěna se vyklenuje a je následována jak vnitřními orgány, tak i páteří. Tento posun směrem dopředu způsobuje změnu těžiště a následný nárůst momentu působící tíhové síly. To pak klade zvýšené nároky na bederní vzpřimovače trupu. Současně při posunu bederní páteře dopředu (zvětšení bederní lordózy) dochází k zešíkmení těla obrátle vzhledem k horizontále. Zvětšuje se namáhání meziobratlové ploténky ve smyku, při

kterém je ploténka méně odolná v porovnání s jejím stlačováním. Dále se zvyšuje napětí stabilizujících vazů (Janura a Míková, 2003).

Optimální klidové napětí břišních svalů s odpovídající silovou úrovní je velice důležité. Podílí se na fyziologickém postavení pánve a tím vytváří podmínky pro správné zapojování svalových skupin v průběhu pohybu, zajišťuje správnou polohu vnitřních orgánů. Výrazně se podílí na kvalitě dechových funkcí (Bursová, 2005). Dechové pohyby probíhají podvědomě automaticky podle potřeby oxidativních pochodů. Jsou řízeny autonomním nervstvem. Současně jsou vědomě kontrolovány při řeči a zpěvu (Velé, 2003). Břišní svaly jsou svaly výdechové, proto se koncentrická fáze posilovacích cviků vždy provádí s výdechem (Tlapák, 2007).

Posturální funkci bránice dokázal již Skládal, který pozoroval posturální reakci bránice podmíněnou rychlým postavením se na špičky. Během tohoto pokusu došlo při poklesu bránice k výraznému zvýšení její elektrické aktivity a tím k nádechu. Tuto odpověď nazval posturální reakcí. Prudký vzestup na špičky odpovídá startovací reakci při běhu či skoku (Skládal, 1976).

Bránice je schopna posturální funkce pouze nepřímou, přes břišní dutinu. Úlohu předního stabilizátoru může břišní dutina plnit za aktivace bránice a pánevního dna (Lewit, 1999). Na stabilizaci trupu se podílí navíc i ostatní svalstvo: svaly břišní stěny a bederní páteře. Jsou-li všechny tyto svaly v rovnováze, zajišťují stabilitu celé této oblasti (Vařeková, 2000).

Cílem práce bylo, na základě výše uvedených poznatků, zjistit stav hlubokého stabilizačního systému páteře (HSSP) a to pomocí standardně používaného testu leh-sed opakovaně z testové baterie UNIFITTEST 6-60 (Mékota et al., 2002), jedná se o test dynamické, vytrvalostně silové schopnosti břišního svalstva a bedrokyčlostehenních flexorů. A pomocí specifického testu – brániční test (Kolář a Lewit, 2005), který sleduje schopnost jedince vědomě aktivovat HSSP jako celek. Průběh obou testů byl u každého jedince změřen pomocí svalového dynamometru SD02 (Malátová et al., 2007, Malátová et al., 2008, Malátová a Dřevíková, 2009).

Na základě skutečnosti, že svaly hlubokého stabilizačního systému páteře tvoří jednu funkční jednotku, předpokládáme, že za fyziologické situace výsledky zvolených testů prokážou shodný poměr zapojení přímého břišního svalu i příčného břišního svalu.

Dále očekáváme, že při dynamické zátěži břišních svalů (test 2) bude vyvinuto vyšší úsilí jak celkově, tak jednotlivými svaly HSSP.

SOUBOR A METODY

Soubor

Měřili jsme 45 probandů. Byly to zdravé ženy, průměrný věk 21,6 let. Jednalo se o záměrný výběr.

Metody

Měření probíhalo za standardních podmínek (stejná místnost, teplota, čas, oblečení). Nejprve byla u každého probanda provedena základní somatická měření. Antropometrem byla změřena tělesná výška, dále jsme pákovou osobní váhou s přesností na 0,1 kg naměřili tělesnou hmotnost a přístrojem OMRON BF 300 jsme změřili procentuální podíl tuku v horní části těla metodou BIA (Bioelectrical Impedance Analysis). Vše bylo zaznamenáno do tabulky. Následně jsme prováděli měření zvolených testů svalovým dynamometrem SD02.

Místo pro správné umístění dotykových ploch svalového dynamometru SD02 bylo nutné nejprve palpacně vyhledat. Svalový dynamometr byl upevněn na probanda pomocí popruhů. Nejprve byl prováděn **brániční test (test 1)**. Požadujeme, aby proband provedl v kaudálním postavení hrudníku (předozadní osa spojující zadní kostofrérický úhel a pars sternalis bránice je nastavena horizontálně) protitlak s roztažením dolní části hrudníku. Během vyšetření zůstává páteř celou dobu v napřímeném držení, nesmí se flektovat v hrudní oblasti. Dolní oblouk žebíř se posouvá kaudálním směrem (Kolář a Lewit, 2005). V místech dotykových ploch nastává aktivace, rozšiřuje se obvod pasu a vzniká tlak na dotykové plochy svalového dynamometru. Tímto testem hodnotíme schopnost aktivovat svaly hlubokého stabilizačního systému páteře společně v koordinaci s bránicí, břišními svaly a svaly pánevního dna.

V dorzální části jsme silové senzory umístili pod dolními žebry na rozhraní regio lumbalis a regio lateralis, tj. laterálně od zevní hrany m. quadratus lumborum. Na ventrální straně jsme silové senzory umístili na horní a dolní část přímého břišního svalu. Probanda jsme instruovali, aby v kaudálním postavení hrudníku provedl nádech a současně s výdechem provedl protitlak na všechny dotykové plochy svalového dynamometru tak, aby došlo k roztažení dolní části hrudníku a provedl výdrž v zapojení svalů. Tento test proband prováděl opakovaně po dobu 60 sekund. Během testu dochází ke statickému zatížení svalů HSSP. Testem vyšetřujeme, jak je proband schopen aktivovat bránici v souhře s aktivitou břišního lisu a pánevního dna.

Dále byl prováděn **test leh-sed** opakovaně (**test 2**) z testové baterie UNIFITTEST 6-60 po dobu jedné minuty (Měkota et al., 2002). Proband byl instruován, aby zaujal základní polohu leh na zádech pokrčmo (úhel 90 stupňů, vzdálenost chodidel 20-30 cm), paže skrčil vzpažmo zevnitř, ruce v týl, lokty se dotýkaly podložky. Druhá osoba

fixovala chodidla u podložky. Proband na povel prováděl co nejrychleji opakovaně sed-leh s cílem dosáhnout maximálního počtu cyklů za dobu 60 sekund.

Výsledky měření, respektive signály ze všech čtyř silových senzorů byly přes USB rozhraní převáděny do NoteBooku jak u testu 1, tak u testu 2. Na obrázku 1a, 2a vidíme záznamy testu 1 u subjektů 40 a 32, naměřené hodnoty v kilogramech v závislosti na čase. Na obr. 1b, 2b jsou znázorněny záznamy testu 2 u stejných subjektů, naměřené hodnoty v kilogramech v závislosti na čase. Naměřené hodnoty testu 1 a 2 byly uloženy do souborů s označením probandů. Později byla data importována do EXCELU a připravena pro statistické vyhodnocení.

Pro srovnání mezi hodnotami získanými testem 1 a testem 2 byl použit jednak párový t-test (normální rozložení dat bylo ověřeno Lillieforsovým testem). Vzhledem k nižšímu počtu subjektů v souboru byl pro porovnání hodnot použit také Wilcoxonův test pro dva závislé výběry. Shodnost poměrů zapojení břišních svalů při dynamické a statické zátěži byla ověřena testem χ^2 dobré shody). Za statisticky signifikantní bylo považováno $p < 0,05$. Subjekty byly samy sobě kontrolou.

Výsledky

Na základě somatického měření je možno skupinu popsat jako celek. Průměrná tělesná výška celé skupiny byla 169 cm ($\pm 5,4$ cm), tělesná váha byla 61,3 kg ($\pm 9,7$ kg) a skupina dosáhla průměrně věku 21,6 let ($\pm 3,1$ roku). Metodou BIA bylo zjištěno průměrně 18,64% množství tuku ($\pm 5,1\%$) v horní části těla a to v rozmezí od 9,9% až do 37,4%.

V klasickém vyhodnocení testu leh-sed, z testové baterie UNIFITTEST podle standardizace Měkoty a kol. (2002), byla skupina celkově mírně podprůměrná (2,64 bodu). 40% probandů dosáhlo podprůměrných hodnot, 35,6% probandů bylo průměrných a 24,4% bylo nadprůměrných.

Pro statistické vyhodnocení bylo přístrojem SD02 zaznamenáno 6002 signálů za 60 sekund na každé sondě při jednotlivých testech.

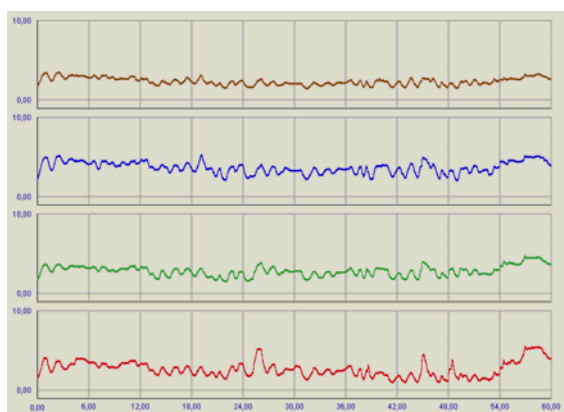
Při statickém zatížení svalů HSSP (test 1) bylo u probandů naměřeno průměrné úsilí 3,1 kg/60s. Přímý břišní sval se podílel 58,9% (horní část svalu 42,6% a dolní část 16,4%) a příčný břišní sval byl zapojen 41,1% (levá část 15,1% a pravá část 26%). Během prvního testu subjekt 33 vyvinul nejnižší průměrné úsilí – 0,1 kg/60s, maximální průměrné úsilí vyvinul subjekt 40 a to 11,5 kg/60s.

Při dynamickém zatížení svalů HSSP (test 2) bylo u probandů naměřeno průměrné úsilí 4,25 kg/60s. Přímý břišní sval se podílel 61,7% (horní část svalu 45,4% a dolní část 16,3%) a příčný břišní sval byl zapojen 38,3% (levá část 20,7% a pravá část 17,6%). Během druhého testu Proband 17

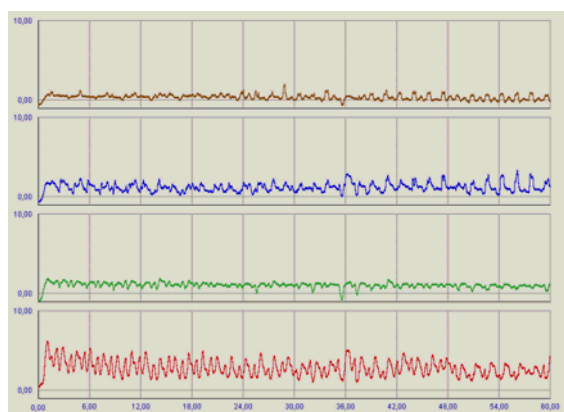
vyvinul nejnižší průměrné úsilí 0,2 kg/60s, maximální průměrné úsilí vyvinul proband 41 a to 11,3 kg/60s.

První předpoklad, že přímý a příčný břišní sval budou zapojeny při statickém a dynamickém zatížení ve shodném poměru, nebyl vyvrácen.

V druhé hypotéze, při porovnávání testu 1 a 2, jsme přepokládali, že při dynamické zátěži břišních svalů bude vyvinuto vyšší úsilí jak celkově, tak jednotlivými svaly HSSP. Tato hypotéza se potvrdila pouze částečně – ke statisticky vyznaným změnám došlo při celkovém zapojení břišních svalů ($p = 0,0025$, Wilcoxonův test), vyšší úsilí vyvinuté při dynamickém zapojení horní i dolní části přímého břišního svalu a levé části příčného břišního svalu bylo také statisticky signifikantní. Oproti tomu změny úsilí v pravé části příčného břišního svalu při dynamické a statickém zatížení nebyly statisticky významné.



Obr. 1- a) Znáznornění průběhu testu



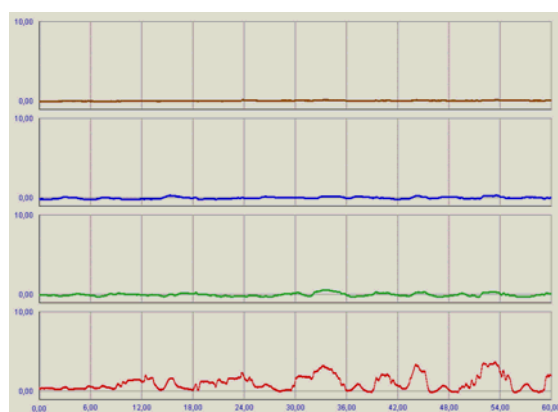
1- b) Znáznornění průběhu testu 2

u subjektu 40, kde hnědá křivka zaznamenává zapojení L/P oblasti bederní páteře za pomoci aktivace musculus transversus abdominis po dobu 60 sekund. Modrá křivka zaznamenává zapojení L/P oblasti bederní páteře za pomoci aktivace musculus transversus abdominis po dobu 60 sekund. Zelená křivka zaznamenává zapojení dolní

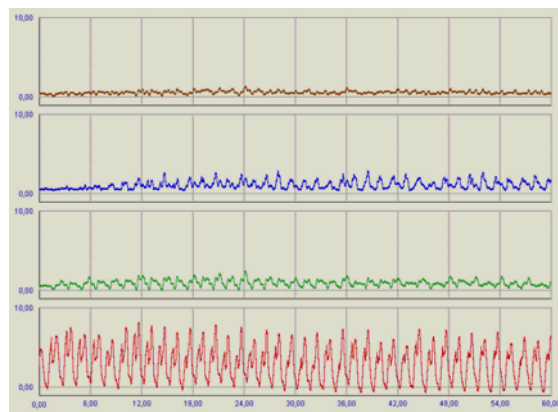
části musculus rectus abdominis po dobu 60 sekund a červená křivka zaznamenává zapojení horní části musculus rectus abdominis po dobu 60 sekund.

Figure 1 - a) Test 1, b) Test 2

Progression of test 1 and 2 for subject nr.40, where activation over localised regions of lumbar spine area is shown: over left side of the lateral muscles through musculus transversus abdominis (brown), over right side of the lateral muscles through musculus transversus abdominis (blue), the lower part of musculus rectus abdominis (green) and the upper part of musculus rectus abdominis (red) all for the time of 60 seconds.



Obr. 2 - a) Znáznornění průběhu testu



1, b) Znáznornění průběhu testu 2

u subjektu 32, kde hnědá křivka (první shora) zaznamenává zapojení L/P oblasti bederní páteře za pomoci aktivace musculus transversus abdominis po dobu 60 sekund. Modrá (druhá shora) křivka zaznamenává zapojení L/P oblasti bederní páteře za pomoci aktivace musculus transversus abdominis po dobu 60 sekund. Zelená (třetí shora) křivka

zaznamenává zapojení dolní části musculus rectus abdominis po dobu 60 sekund a červená (čtvrtá shora) křivka zaznamenává zapojení horní části musculus rectus abdominis po dobu 60 sekund.

Figure 2 - a) Test 1, b) Test 2

Progression of test 1 and 2 for subject nr.32, where activation over localised regions of lumbar spine area is shown: over left side of the lateral muscles through musculus transversus abdominis (brown (top line)), over right side of the lateral muscles through musculus transversus abdominis (blue (second line)), the lower part of musculus rectus abdominis (green (third line)) and the upper part of musculus rectus abdominis (red (fourth line)) all for the time of 60 seconds.

Diskuse

Optimální, spíše však vyšší úroveň motorické výkonnosti a fyzické zdatnosti je významnou hodnotou v životě člověka, protože prokazatelně přispívá k jeho kvalitě. Somaticky je zdatnost a výkonnost podmíněna tělesnými rozměry a složením těla, důležitý je podíl aktivní tělesné hmoty. Obezita zdatnost snižuje (Měkota et al., 2002).

Výsledky somatického měření metodou BIA hodnotí skupinu probandů celkově jako štíhlé, u hranice 20%, která je hodnocena jako normální charakter postavy. Podle UNIFITTESTu (Měkota et al., 2002), test sed-leh opakovaně, je skupina celkově mírně podprůměrná.

Test sed-leh opakovaně (test 2) byl vybrán záměrně. Jedná se o terénní test, který je v tělovýchovné praxi hojně používán, protože laboratorní testy nejsou přístupné celé populaci. Test hodnotí silové-vytrvalostní schopnosti břišního svalstva, nepřímě ukazuje na úroveň silových předpokladů břišních svalů a tonických flexorů kyčelních kloubů, které se hyperaktivně zapojují do pohybu. Tuto skutečnost je třeba brát v úvahu u lidí se zvětšenou bederní lordózou a se slabým břišním svalstvem (Měkota et al., 2002). Opakované sedy-lehy s fixací chodidel u podložky nepříznivě zatěžují bederní část páteře. Flexe trupu má být provedena bez účasti pánve. Pohyb pánve a překlápění provádí bedrokyčlostehenní sval, který se zkracuje místo aby plnil funkci ohýbače. Při posilování v nesprávné stabilizační poloze posilujeme právě ohýbače kyčle a bederní části páteře (Jarkovská a Jarkovská, 2005) místo posilování břišních svalů.

Měření svalovým dynamometrem ukázalo, že při testu 1 tak i testu 2 se nejvýrazněji zapojuje **horní část při měření nad přímým břišním svalem**, dále se významně zapojuje pravá část při měření nad příčným břišním svalem a nejméně jsou zapojeny spodní část při měření nad přímým břišním svalem a levá část při měření nad příčným břišním svalem.

První hypotéza, kde jsme předpokládali na základě faktu, že HSSP je jedna funkční jednotka, proto budou přímý i příčný břišní sval zapojen ve stejném poměru, nebyla vyvrácena, přesto při správném provedení testu 1 by měla být aktivita horní části, při měření nad přímým břišním svalem, eliminována. Pohyb by měl být proveden tak, aby bránice pracovala v koordinaci s břišními svaly a svaly pánevního dna. Bránice rovnoměrně tlačuje vnitřní orgány do břišní dutiny a pánve, dochází ke zvýšení intraabdominálního tlaku. V břišní dutině se společně s vnitřními orgány vyskytuje viskózní tekutina, která při stlačení expanduje. Při správném provedení je expanze břišní dutiny rovnoměrná. Při dysfunkci nedochází k expanzi dozadu laterálně díky zkrácení quadratus lumborum, není zapojena základní stabilizace. U vertebrogenních poruch je největším problémem insuficience přední stabilizace páteře a naopak převaha extenční aktivity povrchových zádočných svalů (Kolář, 2007). Svalový dynamometr SD02 je ojediněle schopen hodnotit koordinaci zapojení těchto svalů a sílu expanze břišní dutiny, díky rozmístění dotykových senzorů na více místech těla.

Z toho vyplývá, že brániční test (test 1) probandí neprovedli správně, že neumí aktivovat svaly hlubokého stabilizačního systému páteře, proto můžeme říci, že ani test 2 nebyl proveden správně, protože probandí nebyli schopni zaujmout správnou výchozí polohu.

Jestliže proband není schopen kontrolovat aktivaci bránice spolu s laterální skupinou břišních svalů, tak nedochází k dostatečné přední stabilizaci páteře. Důsledkem je přetěžování dolní bederní části páteře s nadměrnou aktivací paravertebrálních svalů. Jedná se o funkční poruchu břišního lisu (Kolář a Lewit, 2005). Při testu 1 bylo zapojení pravé a levé části laterálních břišních svalů odlišné (výrazněji se zapojila pravá část) od testu 2 (výrazněji se zapojila levá část). Celkově se pravá část laterálních břišních svalů během testování zapojila aktivněji. To poukazuje na výskyt svalových dysbalancí v oblasti bederní části páteře u testované skupiny.

Stabilita páteře je závislá na nejhluběji uložených zádočných svalech s krátkými snopci, které zajišťují stabilitu segmentu. Povrchové zádočné svaly zajišťují stabilitu celého sektoru (Dylevský, 2006). Na základě získaných výsledků testem 1 (brániční test), kdy jak již bylo zmíněno aktivita horní části přímého břišního svalu měla být eliminována, můžeme konstatovat, že celkově se u testovaných osob vyskytuje nedostatečná přední stabilizace páteře. Během bráničního testu, při zvýšení intraabdominálního tlaku, byla celkově expanze břišní dutiny dozadu laterálně při měření svalovým dynamometrem o 23,4% menší než expanze břišní dutiny ventrálně dopředu.

Závěr

Z výsledků experimentu sledované skupiny je zřejmé, že hojně používaný test sed-leh opakovaně z testové baterie UNIFITTEST podá určitou informaci o kondici břišních svalů, zejména přímého břišního svalu a bedrokyčlostehenních flexorů, ale neodhalí nedostatečnou přední stabilizaci páteře a poruchu funkce HSSP.

Literatura

- Bonetti, M., Fontana, A., Cotticelli, B., Volta, G.D., Guindani, M., Leonardi, M. (2005). Intraforaminal O(2)-O(3) versus periradicular steroidal infiltrations in lower back pain: randomized controlled study. *AJNR Am J Neuroradiol.* 5, p. 996-1000.
- Cresswell, A.G, Grundstrom, H., Thorstensson, A. (1992). Observations on intra-abdominal pressure and patterns of abdominal intra-muscular activity in man. *Acta Physiol Scand.* 4, p. 409-418.
- Cresswell, A.G, Oddsson, L., Thorstensson, A. (1994). The influence of sudden perturbations on trunk muscle activity and intraabdominal pressure while standing. *Experimental Brain Research.* 2, p. 336-341.
- Deyo, R. A. (2004). Treatments for back pain: can we get past trivial effects?. *Ann Intern Med.* 12, p. 957-958.
- Gracovetsky, S., Farfan, H., Helleur, C. (1985). The Abdominal Mechanism. *Spine.* 4, p. 317-324.
- Hendl, J. (2006). *Přehled statistických metod zpracování dat : analýza a metaanalýza dat.* 2. opravené vyd. Praha : Portál, s. 583.
- Hides, J.A., Richardson, C.A., Jull G.A. (1996). Multifidus muscle recovery is not automatic after resolution of acute, first-episode low back pain. *Spine* 21, s. 2763-2769.
- Hodges, P.W. (1999). Is there a role for transversus abdominis in lumbo-pelvic stability?. *Manual Therapy.* 4, p. 74-86.
- Hodges, P.W., Gandevia, S.C. (2000). Activation of the human diaphragm during a repetitive postural task. *Journal of Physiology.* 1, p. 165-175.
- Hodges, P. W, Richardson, C. (1996). Inefficient muscular stabilization of the lumbar spine associated with low back pain. A motor kontrol evolution of transversus abdominis. *Spine.* 21, p. 2640-2650.
- Janura, M., Míková, M. (2003). Využití biomechaniky v kineziologii. *Rehabilitace a fyzikální lékařství.* 1, s. 30-33.
- Jarkovská, H., Jarkovská, M. (2005). *Posilování s vlastním tělem 417krát jinak.* Praha: Grada publishing, s. 212.
- Kolář, P., Lewit, K. (2005). Význam hlubokého stabilizačního systému v rámci vertebrogenních obtíží. *Neurologie pro praxi.* 5, s. 270-275.
- Kolář, P. (2006). Vertebrogenní obtíže a stabilizační funkce páteře - diagnostika. *Rehabilitace a fyzikální lékařství.* 4, s. 155-170.
- Kolář, P. (2007). Vertebrogenní obtíže a stabilizační funkce páteře - terapie. *Rehabilitace a fyzikální lékařství.* 1, s. 3-17.
- Malátová, R., Pučelík, J., Rokytová, J., Kolář, P. (2007). The objectification of therapeutical methods used for improvement of the deep stabilizing spinal system. *Neuro Endocrinol Lett.* 3, p. 315-320.
- Malátová, R., Pučelík, J., Rokytová, J., Kolář, P. (2008). Technical means for objectification of medical treatments in the area of the deep stabilisation spinal system. *Neuro Endocrinol Lett.* 1, p. 125-130.
- Malátová, R., Dřevíková, P. (2009). Testing procedures for abdominal muscles using the muscle dynamometer SD02. *Proc. IMechE Part H: J. Engineering in Medicine.* 8, p. 1041-1048.
- Měkota, K., Kovář, R., CHytráčková, J., Gajda, V., Kohoutek, M., Moravec, R. (2002). *Unifittest (6-60) : příručka pro manuální a počítačové hodnocení základní motorické výkonnosti a vybraných charakteristik tělesné stavby mládeže a dospělých v České republice.* Praha: FTVS UK, s. 65.
- Natarajan, R. N., Williams, J. R., Lavender, S. A., An, H. S., Andersson, G. B. (2008). Relationship between disc injury and manual lifting: aporoelastic finite element model study. *Proceedings of the I MECH E Part H-Journal of Engineering in Medicine.* 2, p. 195-207.
- Panjabi, M. M. (1992). The stabilizing system of the spine. Part 1. Function, dysfunction, adaptation and enhancement. The stabilizing system of the spine. Part 2. Neutral zone and instability hypothesis. *Journal Spinal Disorders.* 5, p. 383-389 and 390-397.
- Phillis, S., Mercer, S., Bogduk, N. (2008). Anatomy and biomechanics of quadratus lumborum. . *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers Part H-Journal of Engineering in Medicine.* 2, p. 195-207.

PhDr. Renata Malátová Ph.D.

KTVS PF JU

Na Sádkách 2

370 05 České Budějovice

malatova@pf.jcu.cz