VPLYV KOMPENZAČNÝCH CVIČENÍ NA SVALOVÚ NEROVNOVÁHU A POHYBOVÚ VÝKONNOSŤ

THE IMPACT OF COMPENSATION EXERCISES ON MUSCLE IMBALANCE AND MOVEMENT PERFORMANCE

P. Lopata¹, J. Broďáni²

¹Národné športové centrum, Bratislava

²Univerzita Konštantína Filozofa Nitra, Pedagogická fakulta, Katedra telesnej výchovy a športu

ABSTRACT

The aim of this work was to study the impact of compensation exercises applied during the classes of physical education on the changes in muscle imbalance and on the changes in movement performance. The research file was comprised of 49 students of the freshman year of high school aged 15 to 16 years. The classes were divided into an experimental and a control file. The students were examined by functional tests aimed at the identification of shortened and weakened muscles and abnormal motion stereotypes. The examination included tests of motion capabilities as well. By means of input measurements we have observed a high frequency of muscle imbalance (94%) in the entire file of students. An experimental element – the compensational exercises were incorporated into the physical education classes of the experimental file for a time period of 9 months. The compensation exercises consisted mainly of stretching exercises, exercises aimed at the activation and strengthening of the core muscles, stabilizing exercises. The experimental element also included theoretical blocks. We have not observed statistic changes in the individual parts of muscle imbalance in the output measurements of the control file. Statistically significant changes ($p < 0,01$), ($p < 0,05$) occurred in the experimental file in majority of cases and compensation exercises had a great impact on the decreasing of incidence of the individual disorders. Compensation exercises influenced the increasing of movement performance in the experimental file as well.

Keywords: muscle imbalance; compensational exercises; school physical education; possibilities of influencing muscle imbalance; functional disorders

SÚHRN

V predkladanom výskume sme sa zaoberali vplyvom kompenzačných cvičení aplikovaných počas telesnej výchovy na zmeny v svalovej nerovnováhe a zmeny v pohybovej výkonnosti. Súbor tvorilo 49 žiakov 1. ročníka strednej školy vo veku od 15 do 16 rokov. Triedy boli rozdelené na experimentálny a kontrolný súbor. Žiakov sme vyšetrili funkčnými testami na skrátené a oslabené svaly a porušené pohybové stereotypy. Súčasťou testovania boli aj testy pohybových schopností. Vstupným meraním sme zaznamenali vysoký výskyt (94%) svalovej nerovnováhy v celom súbore žiakov. Experimentálny činiteľ – kompenzačné cvičenia boli zaradené do hodín školskej telesnej a športovej výchovy v experimentálnej skupine po dobu 9 mesiacov. Kompenzačné cvičenia boli tvorené hlavne strečingovými cvičeniami, cvičeniami na aktiváciu a posilnenie svalov telesného jadra, stabilizačnými cvičeniami. Súčasťou experimentálneho činiteľa boli aj teoretické bloky. Vo výstupnom meraní sme v kontrolnej skupine nezaznamenali štatistické zmeny v jednotlivých zložkách svalovej nerovnováhy. V experimentálnej skupine došlo k štatisticky významným zmenám ($p < 0,01$), ($p < 0,05$) vo väčšine prípadov a kompenzačné cvičenia mali významný vplyv na zníženie incidencie jednotlivých porúch. Kompenzačné cvičenia mali vplyv aj na zvýšenie pohybovej výkonnosti v experimentálnej skupine.

Kľúčové slová: svalová dysbalancia; kompenzačné cvičenia; školská telesná výchova; možnosti ovplyvnenia svalovej nerovnováhy; funkčné poruchy

Úvod

Svalová nerovnováha a funkčné poruchy pohybového systému sú spolu s obezitou častým problémom už od najmladších žiakov, ktorý si so sebou vlečú počas celého štúdia. V našej práci sme sa snažili zistiť, či sa dá v procese školskej športovej a telesnej výchovy popri nezanedbávaní základného učiva venovať aj týmto poruchám a úspešne ich odstraňovať, alebo pôsobiť preventívne, navyše s kladným vplyvom aj na pohybovú výkonnosť.

Thurzová (1992) definuje svalovú nerovnováhu ako poruchu funkcie rovnováhy svalov a poruchu vyváženosti pri pôsobení na príslušný kĺb. Ide o nerovnováhu v systéme tonických (posturálnych) a fázických svalov. Považujeme ju za najdôležitejšiu príčinu chronických bolestí pohybového aparátu a porúch chrbtice. Podľa Bartíka (2002) Nepriaznivo ovplyvňuje držanie tela, pohybové stereotypy, svalovú koordináciu, zvyšuje náchylnosť k zraneniu a okrem pôsobenia na zmenu obmedzuje rozsah pohybu v kĺboch.

Príčiny vzniku svalových disbalancií podľa Lewita (1996):

1. hypokinéza – nedostatočné zaťažovanie svalového systému
2. chronické zaťažovanie nad hranicu danou kvalitou svalu
3. asymetrické zaťažovanie bez dostatočnej kompenzácie
4. zmena pohybového stereotypu napr. vplyvom úrazu, ochorenia

Výskumom zameraných na svalovú nerovnováhu sa venovalo veľa autorov, napr.: Thurzová (1990, 1991, 1992, Thurzová & Štulrajter 1993), Vařeková (1999), Lewit (1996), Dlhoš (1997, 2002), Kopřivová (1993, 1998), Feldman (2001), Beránková (2002), Cook (2003), Bursová (2005), Kanášová (2004, 2005, 2006), Malátová, R., & Matějková, V. (2011), Medeková (2005), Bartík (2006, 2007), Page (2010) a i. Približne s rovnakými výsledkami – vysoký výskyt svalovej nerovnováhy vo všetkých vekových kategóriách a to u športujúcej aj nešportujúcej populácie.

Niektorí zo spomenutých autorov už preukázali kladný vplyv kompenzačných cvičení na svalovú nerovnováhu. Na základe analýzy teoretických prameňov hlavne z oblasti tréningu zameraného na svaly telesného jadra, resp. „core“, sme predpokladali, že jednotlivé kompenzačné cvičenia by mohli mať priaznivý vplyv aj na zmeny v pohybovej výkonnosti. Pri štúdiu literatúry sme sa stretli len s málo výskumami, ktoré overovali aj tento vplyv, napriek tomu, že pri cvičebných metódach pracujúcim s „core“ sa v rôznych zdrojoch literatúry stretne s tvrdením, že jeden z benefitov je vplyv na zvýšenie pohybovej výkonnosti. Limitáciu nášho výskumu vidíme v tom, že dávkovanie jed-

notlivých cvičení nie je jednoznačné. V našom výskume využívame viacero tréningových metód a princípov, nesústredíme sa len na jeden, napr. „core“ tréning.

Cieľ výskumu

Cieľom bolo rozšíriť poznatky o svalovej nerovnováhe a možnostiach jej úpravy prostredníctvom kompenzačných cvičení a následného dopadu na pohybovú výkonnosť u 15 - ročných žiakov v rámci školskej telesnej a športovej výchovy.

Výskumná otázka

Aký vplyv bude mať kompenzačnými cvičeniami modifikovaný obsah hodín školskej telesnej a športovej výchovy na zmeny svalovej nerovnováhy a pohybovej výkonnosti?

Metodika

Realizovali sme 2 - skupinový časovo súbežný experiment. Výskum bol teda realizovaný v dvoch súboroch. Súborní tvorili žiaci (chlapci) paralelných tried prvého ročníka vybranej strednej školy, kde jedna trieda slúžila ako kontrolný a druhá ako experimentálny súbor. Priemerný vek žiakov bol 15 rokov. Vstupné aj výstupné testovanie absolvovalo 25 žiakov v experimentálnej skupine a 24 žiakov v kontrolnej skupine. Dĺžka trvania výskumu bola jeden školský rok. Samotné pôsobenie experimentálneho činiteľa bolo 9 mesiacov.

Experimentálny činiteľ tvorili kompenzačné cvičenia, ktoré boli zaradené do obsahu hodín školskej TV v experimentálnom súbore žiakov. Samotné cvičenia boli vykonávané hlavne v úvodnej a v záverečnej časti hodiny – 2 krát týždenne.

Cvičenia boli zamerané na:

- strečing – statický, dynamický, PNF a PIR
- uvoľňovacie cvičenia, relaxačné techniky, dychové cvičenia
- posilňovacie cvičenia – stabilizačné, balančné, gymnastické cvičenia, cvičenia telesného jadra „core“

Vyšetrovanie svalovej nerovnováhy bolo vykonávané pomocou metód Strakovej (2006), Kopřivovej (1993) a Jandu et. al. (1996). Testovali sme dĺžku 9 svalov s tendenciou ku skracovaniu a silu 5 svalov resp. skupiny svalov s tendenciou k oslabeniu. Ďalej sme vyšetrovali kvalitu 5 pohybových stereotypov. Na zistenie stavu pohybovej výkonnosti sme použili štandardizované vstupné diagnostické testy (Moravec, 1996), ktoré sú bežne používané na začiatku 1. roč. SŠ (ľah - sed za 30 s, skok do diaľky z miesta, člnkový beh 4 × 10 metrov, hod medicinbalom, predklon s dosahovaním v sede).

Rozdiely a zmeny pohybovej výkonnosti posudzujeme Wilcoxonovým a Mann-Whitneyovým U testom. Rozdiely a zmeny v svalovej nerovno-

váhe porovnáme pomocou Chí – kvadrátu. Vecnú a praktickú významnosť posudzujeme pomocou Effect size. Pri spracovaní a vyhodnocovaní získaných údajov sme dodržiavali postupy odporúčané Hendlom (2004), Havlíčkom (1998) a Broďánim (2002, 2011).

Výsledky a diskusia

Svalová nerovnováha

Výsledky nášho výskumu potvrdili vysoký výskyt svalovej nerovnováhy v tejto vekovej kategórii. Z celkového súboru žiakov sme svalovú nerovnováhu zaznamenali u 94%. Vysoká inciden-

Obrázok 1. Pomer výskytu skrútených svalov na ľavej strane - experimentálna skupina vstupné (pre) a výstupné (post) meranie.

Figure 1. The ratio of incidence of tightened muscles on the left side – experimental group input (pre) and output (post) measurement.

cia bola zaznamenaná vo všetkých zložkách svalovej nerovnováhy, ktoré sme hodnotili (skrútené svaly, oslabené svaly a porušené pohybové stereotypy). Výstupné meranie preukázalo, že náš kompenzačný činiteľ výrazne ovplyvnil jednotlivé zložky svalovej nerovnováhy. V experimentálnej skupine

Obrázok 2. Pomer výskytu oslabených svalov na pravej strane - experimentálna skupina vstupné (pre) a výstupné (post) meranie.

Figure 2. The ratio of incidence of weakened muscles on the right side – experimental group input (pre) and output (post) measurement.

sa nám celkovo podarilo znížiť frekvenciu svalovej nerovnováhy zo 100 % na 88 %.

Pri skrútených svaloch (obr. 1) sme zaznamenali zníženie výskytu pri všetkých svaloch. Zmeny neboli štatisticky významné len u *musculus rectus femoris* na pravej strane. Zmeny boli zaznamenané na hladine ($p < 0,01$) a ($p < 0,05$) štatistickej významnosti. Výsledky boli potvrdené vysokou silou hod-

noty „Effect size“ (ES). Pozitívny vplyv experimentu podčiarkuje aj to, že pri výstupnom meraní sme v experimentálnej skupine nezaznamenali ani jeden sval so značným skrútením (3). Najčastejšie skrúteným svalom na konci experimentu už nebol *musculus iliopsoas* ale *musculus rectus femoris*.

Ani pri oslabených svaloch sme pri výstupnom meraní nezaznamenali sval, ktorý by bol označený stupňom „3“, čo v prípade oslabených svalov znamená značné oslabenie. Najmenej výrazné zlepšenie bolo pri fixátoroch lopatiek a najviac pri brušných svaloch. Brušným svalom a ich správne-

Obrázok 3. Pomer výskytu porušených stereotypov na pravej strane a stereotypov – experimentálna skupina vstupné (pre) a výstupné (post) meranie.

Figure 3. The ratio of incidence of disturbed patterns on the right side – experimental files input (pre) and output (post) measurement.

posilneniu sme v našom programe venovali zvýšenú pozornosť v kontexte s celým „core“ komplexom.

Priaznivé zmeny vo výskyte porušených pohybových stereotypov sme zaznamenali opäť pri každom stereotypu (obr. 3). Štatisticky významné zmeny sa potvrdili v stereotypu sadania ($p < 0,01$) a pri extenzii bedrového kĺbu ($p < 0,05$).

Obrázok 4. Pomer výskytu skrútených svalov na ľavej strane- kontrolná skupina vstupné (pre) a výstupné (post) meranie.

Figure 4. The ratio of incidence of tightened muscles on the left side – the control files input (pre) and output (post) measurement.

Aj pri všetkých oslabených svaloch (obr. 2) sme zaznamenali zníženie výskytu. Štatisticky významná zmena nenastala len pri fixátoroch lopatiek. Priaznivý vplyv programu potvrdila opäť aj vysoká sila ES. Vo všetkých prípadoch bola zmena potvrdená na 1% hladine štatistickej významnosti ($p < 0,01$).

Náprava porušeného stereotypu je z hľadiska korekcie funkčných porúch najzložitejšia a zároveň najdôležitejšia. Súhrnne môžeme zhodnotiť, že cieľové zaradenie kompenzačného programu znížilo výskyt tejto poruchy v experimentálnom súbore, aj keď sa štatisticky významne nezmenil u všetkých stereotypov. Najvýraznejšie sa zlepšil stereotyp sadania, čo zrejme súvisí aj s brušnými svalmi, ktoré sa nám podarilo u väčšiny žiakov posilniť a zapojiť do pohybu v správnom pohybovom vzore.

V kontrolnej skupine, kde nepôsobil vplyv experimentálneho činiteľa sme nezaznamenali zníženie výskytu svalovej nerovnováhy. Pri skrútených svaloch (obr. 4) sme zaznamenali nárast výskytu

tejto poruchy, pri oslabených svaloch a porušených pohybových stereotypoch sme zaznamenali mierne zlepšenie, ktoré nebolo štatisticky významné.

Pohybová výkonnosť

Pohybová výkonnosť sa v kontrolnej skupine pod vplyvom bežného obsahu zvýšila len v 1 z 5 realizovaných testov. Išlo o člnkový beh, zmeny boli potvrdené na hladine štatistickej významnosti ($p < 0,05$). V experimentálnej skupine nastal štatisticky významný progres ($p < 0,01$) v 3 z 5 realizovaných testov. Išlo o test s dosahovaním v sede, člnkový beh a skok do diaľky z miesta (obrázok 4).

penzačných cvičeniach sme sa pri posilňovaní brušného svalstva sústreďovali na iný pohybový vzor a iné svaly brucha, ktoré sa pri sed – ľahoch zapájajú minimálne (m. transversus abdominis a internus a externus abdominis). Bedrovo driekové svaly, ktoré sa pri sed – ľahoch zapájajú primárne zasa radíme medzi posturálne svaly s tendenciou ku skracovaniu a v našom programe sme sa ich naopak snažili predĺžiť, resp. uvoľniť. O tomto teste, ktorý je tradičnou súčasťou testovania pohybovej výkonnosti, sa hlavne v posledných rokoch vedie polemika, ohľadom vhodnosti pre testovanie výkonnosti brušného svalstva.

Obrázok 5. Skok do diaľky z miesta – vstupné a výstupné meranie v experimentálnej skupine (ES).

Figure 5. Standing long jump test – experimental files input (pre) and output (post) measurement.

Diskusia

Naše výsledky korešpondujú s výskumami autorov Thurzová, (2001), Kováčová (2003), Kanásová (2004), ktorí zaznamenali takmer 100% výskyt svalovej nerovnováhy vo svojich výskumných súboroch u chlapcov. Na základe našich výsledkov súhlasíme s Majeríkom (2006), ktorý skúmal vekovú kategóriu 15-17 ročných žiakov a zaznamenal 100% výskyt svalovej nerovnováhy a zhodnotil, že tento stav poukazuje na pomerne závažný problém vo funkčnom stave pohybového systému 15 – 17 ročnej mládeže.

Výsledky nášho výskumu, ale aj iných autorov Dlhoš (1997), Adamčák (2000), Kanásová (2005) potvrdzujú pozitívny účinok kompenzačných cvičení na svalovú nerovnováhu.

Vplyve kompenzačných cvičení na pohybovú výkonnosť zatiaľ nebola venovaná veľká pozornosť. Náš výskum naznačuje, že kompenzačné cvičenia môžu vplývať aj na tento aspekt pohybovej stránky. Pri hodnotení testu „sed ľah“ sa výkonnosť nezlepšila podľa našej teórie aj preto, že v kom-

Výsledky naznačujú, že náš kompenzačný program mal priaznivejší vplyv na pohybovú výkonnosť ako bežný obsah TV, napriek tomu že neobsahoval cvičenia a metódy, ktoré by boli zamerané priamo na zvýšenie pohybovej výkonnosti v týchto testoch (okrem testu s dosahovaním v sede).

Na základe našich poznatkov a ďalších autorov, ktorí sa venujú tejto problematike odporúčame pri posilňovacích cvičeniach sústrediť pozornosť aj na hlbšie svalové partie, hlavne skupinu svalov „core“ a svaly stabilizujúce chrbticu, ktoré sú z funkčného a zdravotného hľadiska často podstatnejšie ako povrchové svaly. Hlavne: m. internus a externus abdominis, m. transversus abdominis, svaly panvového dna, diaphragma, multifidy, quadratus lumborum, m. serratus posterior inferior. Pri posilňovacích cvičeniach ďalej odporúčame venovať väčšiu pozornosť základným pohybovým stereotypom a cvičeniam (stoj na jednej nohe, extenzia dolnej končatiny – aktivácia m.gluteus maximus, drep, dýchanie, chôdza, cvičenia vo všetkých troch osiach tela), ktoré sú podstatné pre základný pohybový prejav a znižujú riziko zranenia pri bežných činnostiach a športe. Problém pohľadu na svalovú nerovnováhu odporúčame riešiť komplexne, nakoľko svalový systém stále pracuje ako funkčný celok cez jednotlivé svalové zreteženia a slučky a často má hlavná príčina poruchy viacero „spúš-

ťačov“, alebo sa nachádza v inom telesnom segmente ako sa prejavuje. Cvičenia na aktiváciu a posilnenie telesného jadra v kombinácii s filozofiou funkčného tréningu sa nám v projekte osvedčili a považujeme ich za nevyhnutnú súčasť kompenzačných cvičení. Namiesto cvičení, ktoré posilňujú svalové partie izolovane, alebo sa sústreďujú len na povrchové svaly, ich odporúčame zaradiť do obsahu hodín školskej telesnej a športovej výchovy vo všetkých vekových kategóriách.

Záver

Kompenzačnými cvičeniami modifikovaný obsah hodín školskej telesnej a športovej mal na zmeny svalovej nerovnováhy a pohybovej výkonnosti signifikantne pozitívny vplyv.

Aby bol kompenzačný program úspešný, vyžaduje si to pedagóga vzdelaného v tejto problematike, ktorý cielene zaraďuje kompenzačné cvičenia. Dôležitá je aj aktívna spolupráca medzi pedagógom a žiakmi. Ďalším dôležitým podkladom pre úspech je motivácia žiakov. V našom programe sa osvedčili teoretické vstupy formou prezentácií. Ďalším motivačným činiteľom bola pestrosť prostriedkov. Kompenzačné cvičenia bývajú často nudné a monotónne a hlavne pri nižších vekových kategóriách je veľmi ťažké udržať pozornosť žiakov, ktorá je pri kompenzačných cvičeniach kľúčová. Pestrosť prostriedkov v našom prípade zabezpečovali aj využívané pomôcky, rôzne druhy strečingových a posilňovacích techník a cvičení.

Náš projekt naznačil, že kompenzačné cvičenia môžu nepriamo vplývať aj na zvýšenie pohybovej výkonnosti. Aj keď v tejto problematike je ešte veľa nezodpovedaných otázok, náš projekt môže slúžiť ako podnet k ďalším výskumom.

Literatúra

Adamčák, Š. (2000). Funkčné svalové poruchy u mladých futbalistov a možnosti ich odstraňovania. *Telesná výchova a šport*, 10(4), 27-30.

Bartík, P. (2002). *Zdravotná telesná výchova I*. Banská Bystrica: Pedagogická fakulta Univerzity Mateja Bela.

Bartík, P. (2006). Úroveň posturálnych svalov žiakov 5. a 9. ročníkov na vybranej základnej škole. In: Zborník: *Súčasnosc' a perspektívy telovýchovného procesu na školách*. Banská Bystrica: PF UMB.

Bartík, P. (2007). Úroveň držania tela a svalová nerovnováha žiakov mladšieho školského veku na vybraných základných školách. *Studia Sportiva*, 5(1), 8-15.

Bursová, M. (2005). *Kompenzační cvičení*. Praha: Grada Publishing.

Cook, G. (2003). *Athletic body in balance*. Human Kinetics.

Dlhoš, M. (1997). Ovpływňovanie skráteneých posturálnych svalov v rámci športovej prípravy mladých volejbalistiek. *Kinanthropologie*, 97, 107-109.

Dlhoš, M. (2002). *Lateralita funkčných svalových zmien a jej ovplyvňovanie u mladých tenistov*. Bratislava: Fakulta telesnej výchovy a športu Univerzity Komenského v Bratislave.

Feldman, E. et al. (2001). Risk Factors for the Development of Low Back Pain in Adolescence. Dostupné z: <http://aje.oxfordjournals.org/content/154/1/30.full.pdf>

Janda, V. (1996). *Funkční svalový test*. Praha: Grada.

Jarkovská, H. (2007). *Cvičení na velkém míči*. 1. vydání. Praha: Grada.

Jarkovská, H., & Jarkovská, M. (2005). *Posilování s vlastním tělem 417 krát jinak*. Praha: Grada.

Kanasová, J. (2004). *Funkčné svalové poruchy u 10 – 12 ročných žiakov a ich ovplyvnenie v rámci školskej telesnej výchovy*. Bratislava, Dizertačná práca na FTVŠ UK v Bratislave.

Kanasová, J. (2005). *Svalová nerovnováha u 10 až 12 – ročných žiakov a jej ovplyvnenie v rámci školskej telesnej výchovy*. Bratislava: Peter Mačura – PEEM.

Kanasová, J. (2006). *Držanie tela u 10 až 12-ročných žiakov a jeho ovplyvnenie v rámci školskej telesnej výchovy*. Bratislava: PEEM.

Kopřivová, J. (1993). *Problematika svalovej nerovnováhy u detí s astmou*. Bratislava: Univerzita Komenského.

Kopřivová, J. (1998). Poruchy funkce svalového systému u dětí mladšího školního věku. *Program zdravotně orientované tělesné výchovy pro vzdělávací programy I.st ZŠ*. Brno: PdF MU. 16-20.

Kopřivová, J., & Beranková, L. (2002). *Problematika funkčních poruch pohybového aparátu*. Medicina Sportiva Bohemica Slovaka, 11(3).

Lewit, K. (1996). *Manipulační léčba v myoskeletální medicíně*. Lipsko – Praha: J. A. Barth Verlag – ČLS JEP.

Malátová, R., & Matějková, V. (2011). Svalové dysbalance vyskytující se u fotbalistů a možnosti jejich kompenzace. *Studia Kinanthropologica*, 12(1), 35-39.

Moravec, R et. al. (1996). EUROFIT - Telesný rozvoj a pohybová výkonnosť školskej populácie na Slovensku. *Slovenská vedecká spoločnosť pre telesnú výchovu a šport*.

Page, P., Frank, C., & Lardner, R. (2010). *Assessment and treatment of muscle imbalance*. Champaign: Human Kinetics.

Straková, T. (2006). *Vztah tělesné stavby a funkčního stavu pohybového systému ve věku adultus*. Olomouc: Fakulta sportovních studií Masarykovy univerzity v Brně.

Thurzová, E. (1990). Svalová rovnováha. *Tréner*, 34(5), 297-302.

Thurzová, E. (1991). Funkčné svalové poruchy u detskej populácie. *Telesná výchova a šport*. 1, 23-28.

Thurzová, E. (1992). Svalová nerovnováha. Labudová, J., & Thurzová, E.: *Teória a didaktika zdravotnej telesnej výchovy*, Bratislava, FTVŠ UK.

Thurzová, E., & Štulajter, V. (1993). Svalová nerovnováha u mladých futbalistov. *Telesná výchova & šport*, 3(4), 23–26.

Mgr. Peter Lopata, PhD.
Športová 400/10
06101 Spišská Stará Ves
lopata@sportcenter.sk