

APLIKÁCIA KOMPENZAČNÝCH CVIČENÍ ZALOŽENÝCH NA VÝVOJOVEJ KINEZIOLÓGII DO ŠPORTOVÉHO TRÉNINGU DETÍ APPLICATION OF CORE EXERCISE BASED ON DEVELOPMENTAL KINESIOLOGY IN CHILDREN'S SPORTS TRAINING

Dávid Líška

Katedra telesnej výchovy a športu, Filozofická fakulta, Univerzita Mateja Bela v Banskej Bystrici
david.liska@umb.sk

Klíúčové slová

zranenia, vývojová kineziológia, prevencia, pohybová aktivita

Key words

injuries, developmental kinesiology, prevention, physical activity

Abstract: Exercise has many potential benefits for young children, and the options for children's exercise programs should be available to as many children as possible. However, with a significant increase in physical activity in children and early specialization in sports, more injuries can occur in children. Many children and adolescents choose to participate in organized sports for fun and fitness and to develop important sports skills. With the increasing number of children and adolescents who participate in sports events, the risk of injury to the musculoskeletal system also increases. Movement diversity to ensure injury prevention is a necessary condition to build sports performance. The main aim of the paper is to highlight the impact of exercises based on developmental kinesiology in the sports training of children.

Úvod

Fyzická inaktivita je jednou z hlavných príčin chronických ochorení.¹ Dostatočná fyzická aktivita vo forme pohybu má preukázané okamžité pozitívne účinky na zdravie populácie.² Cvičenie má veľa potenciálnych výhod pre malé deti a možnosti pohybových programov pre deti by mali byť dostupné čo najväčšiemu počtu detí.³ S výrazným nárastom

¹ GONZÁLEZ, Karimé – FUENTES, Jorge – MÁRQUEZ, José Luis. 2017. Physical Inactivity, Sedentary Behavior and Chronic Diseases. In: *Korean Journal of Family Medicine*, vol. 38, no. 3, pp. 111–115.

² O'DONOVAN, Gary et al. 2010. The ABC of Physical Activity for Health: a consensus statement from the British Association of Sport and Exercise Sciences. In: *Journal of Sports Sciences*, vol. 28, no. 6, pp. 573–591; WARBURTON, Darren E. R. – NICOL, Crystal Whitney – BREDIN, Shannon S. D. 2006. Health benefits of physical activity: the evidence. In: *CMAJ : Canadian Medical Association Journal*, vol. 174, no. 6, pp. 801–809; WARBURTON, Darren E. R. – BREDIN, Shannon S. D. 2016. Reflections on Physical Activity and Health: What Should We Recommend? In: *The Canadian Journal of Cardiology*, vol. 32, no. 4, pp. 495–504; PATNODE, Carrie D. et al. 2017. Behavioral Counseling to Promote a Healthful Diet and Physical Activity for Cardiovascular Disease Prevention in Adults Without Known Cardiovascular Disease Risk Factors: Updated Systematic Review for the U.S. Preventive Services Task Force. In: *U.S. Preventive Services Task Force Evidence Syntheses, formerly Systematic Evidence Reviews*. Rockville, MD: Agency for Healthcare Research and Quality (US); WANG, Yucong – ASHOKAN, Kalaiselvan. 2021. Physical Exercise: An Overview of Benefits From Psychological Level to Genetics and Beyond. In: *Frontiers in Physiology*, vol. 12, pp. 731858; RUEGSEGGER, Gregory N. – BOOTH, Frank W. 2018. Health Benefits of Exercise. In: *Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine*, vol. 8, no. 7, p. a029694.

³ STRICKER, Paul R. 2002. Sports training issues for the pediatric athlete. In: *Pediatric Clinics of North America*, vol. 49, no. 4, pp. 793–802, vii.

pohybovej aktivity u detí a včasnou špecializáciou na šport však môže dôjsť k viacerým zraneniam.⁴ Úsilie trénovať mladých športovcov by sa malo robiť s vedomím, že detský športovec je jedinečný a nemal by byť trénovaný ako malý dospelý.

Športové úrazy u detí postihujú rastúce kosti aj mäkké tkanivá a môžu mať za následok poškodenie rastových mechanizmov. Organizovaný mládežnícky šport je pozitívne spojený s vyššou úrovňou pohybovej aktivity, čo môže zvyšovať riziko zranenia u detí. Mládežnícky šport má dôležité účinky pre dlhodobý zdravý fyzický a psychický vývoj detí. Dostatočná pohybová aktivita sa preto musí podporovať od mladého veku. Účast v športe však prináša riziko zranenia.⁵ Športové a rekreačné aktivity sú hlavnou príčinou úrazov u športujúcej mládeže. Zranenia muskuloskeletálneho systému môžu viesť k zníženiu súčasného a budúceho zapojenia do športovej činnosti, ktoré so sebou prináša značnú ekonomickú záťaž spojenú na mnohých úrovniach spoločnosti.⁶

Pokiaľ ide o športové zranenia, je dôležité vynaložiť maximálne úsilie, aby sa zabránilo ich vzniku. Silná potreba pohybovej aktivity na jednej strane a negatívny účinok športových zranení súvisiacich so športom na druhej strane, poukazujú na dôležitosť aplikácie preventívnych prostriedkov v športovom tréningu detí. Frekvencia a závažnosť akútnych a nadmerných zranení neustále narastá.⁷ Bezpečnostné pokyny, edukácia, ochranné prostriedky a preventívne vzdelávanie sú kľúčové faktory, ktoré ovplyvňujú výskyt detských, rekreačných a športových úrazov. Aby deti a dospelávajúci mohli naďalej využívať výhody z organizovaných športových a rekreačných aktivít, je dôležité riziko zranenia pohybového aparátu minimalizovať.

Rizikové faktory v športe sú také faktory, ktoré môžu zvýšiť potenciál pre vznik zranenia. Základné rozdelenie rizikových faktorov je na vnútorné a vonkajšie.⁸ Medzi vonkajšie rizikové faktory patrí napríklad počasie a medzi vnútorné faktory vek a pohlavie. Vonkajšie rizikové faktory zvyčajne zahŕňajú druh športovej disciplíny, postavenie v rámci športu, pravidlá špecifické pre daný šport, úroveň a trvanie hry, hraciu plochu, druh a kvalitu ochranných prostriedkov. Ďalšie významné rozdelenie rizikových faktorov pri športe je na modifikovateľné a nemodifikovateľné. Nemodifikovateľné rizikové faktory sú také faktory, ktoré sa nedajú ovplyvniť. Identifikácia týchto rizikových faktorov môže napomôcť pri definovaní vysokorizikových populácií.

⁴ DAVIS, Elaine K. 2004. Sports and recreational injuries in children and adolescents: prevention and education. In: *The Journal of the Oklahoma State Medical Association*, vol. 97, no. 1, pp. 18–21; TURSZA, Anne – CROST, Monique. 1986. Sports-related injuries in children. A study of their characteristics, frequency, and severity, with comparison to other types of accidental injuries. In: *The American Journal of Sports Medicine*, vol. 14, no. 4, pp. 294–299; TAYLOR, Breana L. – ATTIA, Magdy W. 2000. Sports-related injuries in children. In: *Academic Emergency Medicine: Official Journal of the Society for Academic Emergency Medicine*, vol. 7, no. 12, pp. 1376–1382; STRACCIOLINI, Andrea et al. 2013. Pediatric sports injuries: an age comparison of children versus adolescents. In: *The American Journal of Sports Medicine*, vol. 41, no. 8, pp. 1922–1929.

⁵ BAHR, Roald – HOLME, Ingar. 2003. Risk factors for sports injuries – a methodological approach. In: *British Journal of Sports Medicine*, vol. 37, no. 5, pp. 384–392.

⁶ LUTTER, Christoph et al. 2022. Does prevention pay off? Economic aspects of sports injury prevention: a systematic review. In: *British Journal of Sports Medicine*, vol. 56, no. 8, pp. 470–476.

⁷ DAVIS, Elaine K. 2004. Sports and recreational injuries in children and adolescents: prevention and education. In: *The Journal of the Oklahoma State Medical Association*, vol. 97, no. 1, pp. 18–21.

⁸ HILL, Lee – COLLINS, Malcolm – POSTHUMUS, Michael. 2015. Risk factors for shoulder pain and injury in swimmers: A critical systematic review. In: *The Physician and Sportsmedicine*, vol. 43, no. 4, pp. 412–420; BAHR, Roald – KROSSHAUG, Tron. 2005. Understanding injury mechanisms: a key component of preventing injuries in sport. In: *British Journal of Sports Medicine*, vol. 39, no. 6, pp. 324–329.

Športové zranenia u detí a dospelujúcich môžu byť predvídateľné a potenciálne sa im dá predísť. Dôležitý prvok v športovom tréningu detí zahŕňajú kompenzačné cvičenia, ktoré sú cielené na prevenciu zranení pohybového aparátu. Aby preventívne cvičebné programy úspešne znižovali výskyt športových úrazov u detí a dospelujúcich, je potrebné pochopenie faktorov, ktoré zvyšujú riziko zranenia pohybového aparátu.

Držanie tela

Na ľudské telo pôsobia počas každého vykonávaného pohybu vonkajšie faktory, na ktoré musí reagovať vznikom vnútorných síl, ktoré vytvárajú posturálne držanie tela. Tu sa uplatňuje hlavne stabilizačná funkcia svalov, ktorá je typická svojou posturálnou funkciou. Posturálna funkcia predstavuje predpoklad každého vykonávaného pohybu a je ovládaná centrálnou nervovou sústavou. Dôsledky nesprávneho pôsobenia vnútorných síl sa môžu prejavovať nesprávnym držaním tela. Dlhodobé nevhodné posturálne držanie môže viesť k vzniku bolesti pohybového aparátu.⁹ Zvlášť u detí, kompenzačné mechanizmy sú častokrát zodpovedné za zmenu stereotypu a vytváranie patologického vzoru z dôvodu ochrany štruktúr, ale bolesť vzniká až keď tieto mechanizmy začnú zlyhávať. Bolesť ešte nie je prítomná, ale už je prítomná patológia, ktorá mení stereotyp pohybu a potencuje tak riziko vzniku zranenia.

Pokiaľ spomenieme pojem držanie tela, tak je nutné zohľadniť aj respiračný systém, pretože tieto dva systémy sú úzko prepojené. Rôzne posturálne odchýlky v podobe zlého držania tela sú prítomné už od detstva, čo môže potenciálne zvýšiť riziko jednotlivých športových zranení v neskoršom veku. Prevencia a aplikácia kompenzačných cvičení u detí predstavuje významný faktor, ktorý môže redukovať negatívne pohybové vzory v športovom tréningu detí.

Pri neoptimálnom držaní tela sa kĺby dostávajú do nevhodného, tzv. decentrovaného postavenia a funkcia, ktorú svaly vykonávajú, nie je v rovnováhe. Pod pojmom funkčná centrácia je možné chápať také postavenie kĺbu, ktoré umožňuje jeho optimálne statické zaťaženie. Optimálne funkčné postavenie je také, keď v jednotlivých kĺboch dochádza k maximálnemu rozloženiu tlaku na kĺbových plochách. Pri chybnom držaní tela táto podmienka nie je splnená. Toto predstavuje ideálnu podmienku pre vznik tzv. svalových dysbalancií. Pri funkčnej centrácii dochádza k jeho optimálnemu statickému zaťaženiu. Príčiny svalovej dysbalancie sú teda rôzne. Svalová dysbalancia ovplyvňuje celkovo dynamickú stabilitu.¹⁰

Hlavným predmetom posturálneho vývoja je pozícia jednotlivých kĺbov. Aktívna schopnosť zaujať centrovanú pozíciu a optimálne postavenie jednotlivých kĺbov je jednou

⁹ WERNLI, Kevin et al. 2020. Movement, posture and low back pain. How do they relate? A replicated single-case design in 12 people with persistent, disabling low back pain. In: *European Journal of Pain (London, England)*, vol. 24, no. 9, pp. 1831–1849; NOWOTNY, Janusz et al. 2011. Body posture and syndromes of back pain. In: *Ortopédia, Traumatológia, Rehabilitácia*, vol. 13, no. 1, pp. 59–71; MAHMOUD, Nesreen Fawzy et al. 2019. The Relationship Between Forward Head Posture and Neck Pain: a Systematic Review and Meta-Analysis. In: *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine*, vol. 12, no. 4, pp. 562–577; LU, Lei et al. 2020. Effective Assessments of a Short-Duration Poor Posture on Upper Limb Muscle Fatigue Before Physical Exercise. In: *Frontiers in Physiology*, vol. 11, pp. 541974.

¹⁰ BOUISSET, Simon – DO, Manhcuong. 2008. Posture, dynamic stability, and voluntary movement. In: *Neurophysiologie Clinique/Clinical Neurophysiology*, vol. 38, no. 6, pp. 345–362; HOF, At L. – GAZENDAM, Marnix G. J. – SINKE, W. E. 2005. The condition for dynamic stability. In: *Journal of Biomechanics*, vol. 38, no. 1, pp. 1–8; SHIBATA, Daisuke. 2020. Improvement of dynamic postural stability by an exercise program. In: *Gait & Posture*, vol. 80, no. 1, pp. 178–184.

z hlavných predpokladov optimálneho držania tela. Pri ontogenéze a vývoji držania tela sa uplatňujú svalové synergie, ktoré sú predeterminované v centrálnej nervovej sústave. Jednotlivé svalové synergie sa automaticky aktivujú a zapájajú a nie je potrebné sa ich učiť. Svalová rovnováha, vznik svalových dysbalancií a kvalita držania tela je ovplyvnená viacerými faktormi, ktoré sú vzájomne spojené. Chybné držanie tela je spôsobené narušením svalovej aktivity a rovnováhy. Svaly, ktoré výrazne ovplyvňujú držanie tela, delíme na fázické a tonické. Podľa Jančokovej¹¹ fázické svaly zabezpečujú lokomočnú činnosť schopnosťou svalovej kontrakcie tak, že dochádza k striedaniu fázy kontrakcie s pokojovou fázou. Tonické svaly sú tie, ktoré majú tendenciu skracovať sa, a fázické svaly zase ochabujú. Medzi tonické svaly patria predovšetkým svaly, ktoré sa upínajú na zadnej strane dolných končatín, chrbtové svaly, svaly šije, prsné svaly a m. iliopsoas. K fázickým svalom patria predovšetkým ohýbač krku, medzilopatkové svaly, brušné a gluteálne svaly.

Kompenzačné cvičenia založené na vývojovej kineziológii

V prvom roku života je muskuloskeletálny systém človeka charakteristický jeho zrením a výraznými zmenami. Zrenie pohybového systému je možné definovať ako výsledok vonkajšieho pôsobenia gravitácie a vnútorného geneticky predeterminovaného systému motoriky. Počas intenzívnej fázy vývoja dochádza ku zmenám uhlov kostí a zakrivenia chrbtice. Pohybový aparát dieťaťa okolo jedného roku je funkčne prispôbený pre bipedálny mechanizmus chôdze. Detstvo predstavuje dynamické obdobie, keď počas krátkeho časového úseku prechádza organizmus explozívnymi zmenami fyzického, psychomotorického a sociálneho vývoja.

Podľa konceptu vývojovej kineziológie je bránica jedným z najdôležitejších kostrových svalov ľudského organizmu.¹² Hlavnou funkciou bránice je zabezpečenie dýchania. Funkcia bránice je však duálna. Okrem respiračnej má aj posturálnu úlohu.¹³ Počas kontrakcie sa centrálna šľacha bránice pohybuje kaudálnym smerom, zároveň znižuje vnútrohruďný tlak pri súčasnom zvyšovaní intraabdominálneho tlaku.¹⁴ Pokiaľ sa bránica kontrahuje fyziologicky, klesá centrum tendineum. Naopak vnútrobrušný tlak klesá počas výdychu. Adekvátna úroveň vnútrobrušného tlaku je základným mechanizmom stabilizácie chrbtice.¹⁵ Jednou z hlavných častí posturálnej funkcie brušnej steny je schopnosť vytvoriť intraabdominálny tlak. Brušná dutina tvorí samostatný kompartment s rigidnými stenami ako chrbtica, panva, rebrové oblúky. Brušná dutina je zásobená krvou z mezenterických artérií. Brušné orgány sú obklopené priestorom, ktorý je vyplnený peritoneálnou tekutinou.

¹¹ JANČOKOVÁ, Ľudmila. 2018. *Fyziológia vo vedách o športe v pojmoch*. Žilina: IPV inštitút priemyselnej výroby Žilina. ISBN 978-80-89902-12-5.

¹² ČELKO, Juraj et al. 2019. Účinky pomalého bránicového dýchania. In: *Rehabilitácia*, roč. 56, č. 4, s. 275–287; KOLAR, Pavel et al. 2012. Postural function of the diaphragm in persons with and without chronic low back pain. In: *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, vol. 42, no. 4, pp. 352–362; KOLAR, Pavel et al. 2010. Stabilizing function of the diaphragm: dynamic MRI and synchronized spirometric assessment. In: *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)*, vol. 109, no. 4, pp. 1064–1071.

¹³ YU, Xin et al. 2021. The Role of the Diaphragm in Postural Stability and Visceral Function in Parkinson's Disease. In: *Frontiers in Aging Neuroscience*, vol. 13, pp. 785020.

¹⁴ CAMPBELL, E. J. – GREEN, J. H. 1953. The variations in intra-abdominal pressure and the activity of the abdominal muscles during breathing; a study in man. In: *The Journal of Physiology*, vol. 122, no. 2, pp. 282–290.

¹⁵ HODGES, Paul W. 2005. Intra-abdominal pressure increases stiffness of the lumbar spine. In: *Journal of Biomechanics*, vol. 38, no. 9, pp. 1873–1880.

Pri optimálnom dychovom stereotype dochádza k vzostupu intraabdominálneho tlaku pri nádychu. Naopak, pokles intraabdominálneho tlaku je možné pozorovať pri výdychu. Intraabdominálny tlak má teda významnú posturálnu funkciu.¹⁶ Dôležitú úlohu zohrávajú aj svaly panvového dna.¹⁷

Počas trupovej stabilizácie sa aktivujú najmä hlboké extenzory chrbtice. Táto aktivita hlbokých extenzorov chrbtice je vyvážená aktiváciou hlbokých flexorov krku a súhrou medzi bránicou, abdominálnymi svalmi a svalmi panvového dna. Pokiaľ dôjde ku zvýšeniu nárokov na trupovú stabilizáciu, bránica sa oploští a zatlačí na brušnú dutinu. Zároveň dôjde k zvýšeniu hrudnej apertúry a brušnej steny. Okrem bránice prispievajú k optimálnej regulácii intraabdominálneho tlaku aj svaly panvového dna. Fázická aj tonická aktivita bránice súvisí s riadením intraabdominálneho tlaku pomocou centrálnej nervovej sústavy. Pokiaľ bránica vykonáva pohyb za zvýšenej kontrakcie intraabdominálneho tlaku, tak musia brušné svaly excentricky ustupovať kontrakcii bránice.

Pri kľudovom dýchaní rastie aktivita m. transversus abdominis, a tým zároveň aj vnútrobrušný tlak. Ďalšie abdominálne svaly m. obliquus internus, externus abdominis a m. rectus abdominis sa aktivujú pri zvýšenom posturálnom zaťažení. So zvyšujúcim sa intraabdominálnym tlakom sa zvyšuje aktivita svalov panvového dna a brušnej steny. Vzájomná koaktivita bránice a m. transversus abdominis prispieva k posturálnej stabilite.

Veľký dôraz pri cvičeniach založených na vývoje kineziológii zohráva dychový stereotyp. Optimálny dychový stereotyp by mal byť dodržaný v pokojovej aj záťažovej situácii. Pri optimálnom dychovom stereotype sa horné rebrá pohybujú vo frontálnej rovine, pričom spodné rebrá sa viac pohybujú v sagitálnej rovine a laterálne do strán. Vertebrokostálne skĺbenia smerujú do rotácie. Postavenie sternu je charakterizované stabilnou pozíciou, pričom spodná časť sternálnej kosti by mala vykazovať pohyb v anterioposteriornom smere. Kľúčne kosti bilaterálne zostávajú v nezmenenej pozícii a nenastáva u nich kraniokaudálny pohyb. Hlavnú úlohu pri optimálnom dychovom stereotype zohráva bránica a tzv. bráničné dýchanie. Bránica sa typicky pri pohybe oploštuje a stláča tým obsah abdominálnej dutiny kaudálnym smerom. Centrum tendineum pritom klesá. Abdominálna brušná dutina sa rozširuje laterálne do strán. Podobný pohyb nastáva aj v dolnej hrudnej apertúre, pričom sa rozširujú medzirebrové priestory. Fyziologický pohyb bránice by mal byť súčasťou každého jedného vykonávaného pohybu. Fyziologický pohyb bránice je sprevádzaný zvýšením intraabdominálneho tlaku. Vnútrobrušný tlak sa zvyšuje vo všetkých smeroch.

Dynamická neuromuskulárna stabilizácia (DNS) je koncept, ktorý vytvoril prof. PaedDr. Pavel Kolář, Ph.D. Koncept dynamickej neuromuskulárnej stabilizácie má základ v Pražskej škole rehabilitácie. Za zakladateľov sa považujú následníci kliniky akademika

¹⁶ KOLAR, Pavel et al. 2012. Postural function of the diaphragm in persons with and without chronic low back pain. In: *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, vol. 42, no. 4, pp. 352–362; HODGES, Paul W. 2003. Core stability exercise in chronic low back pain. In: *The Orthopedic Clinics of North America*, vol. 34, no. 2, pp. 245–254; KOBESOVÁ, Alena – KOLAR, Pavel. 2014. Developmental kinesiology: three levels of motor control in the assessment and treatment of the motor system. In: *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, vol. 18, no. 1, pp. 23–33; HODGES, Paul W. – DANNEELS, Lieven. 2019. Changes in Structure and Function of the Back Muscles in Low Back Pain: Different Time Points, Observations, and Mechanisms. In: *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, vol. 49, no. 6, pp. 464–476; HODGES, Paul W. – TUCKER, Kylie. 2011. Moving differently in pain: a new theory to explain the adaptation to pain. In: *Pain*, vol. 152, no. 3 Suppl, pp. S90–S98.

¹⁷ HODGES, Paul W. – SAPSFORD, Ruth – PENGEL, Liset H. M. (2007). Postural and respiratory functions of the pelvic floor muscles. In: *Neurourology and Urodynamics*, vol. 26, no. 3, pp. 362–371.

Hennera, a to konkrétne prof. MUDr. Karel Lewit, CSc., MUDr. Václav Vojta, MUDr. Vladimír Janda a MUDr. Karel Obrda, CSc. Významným spôsobom nadviazal na prácu týchto lekárov prof. PaedDr. Pavel Kolář, Ph.D, ktorý vytvoril koncept dynamickej neuromuskulárnej stabilizácie.

Dynamická neuromuskulárna stabilizácia je diagnostická a terapeutická metóda so širokým využitím v rehabilitácii. Koncept je založený na tom, že určité biomechanické odchýlky pohybového aparátu zvýšia riziko jednotlivých zranení. Hlavný princíp konceptu je založený na tom, že určité pohybové vzory sú geneticky predeterminované. Tieto princípy sú ovplyvnené najmä centrálnou nervovou sústavou. Tieto špecifické pohybové vzory sú zaistené optimálnymi svalovými súhrmi, ktoré sú typické pre určité obdobie dozrievania dieťaťa. Veľký dôraz sa pri DNS kladie na trupovú stabilizáciu a funkciu intraabdominálneho tlaku. Táto vzájomná interakcia má byť synchronná a koordinovaná. Pokiaľ je táto funkcia narušená, často dochádza ku vŕhovaniu brušnej steny. Funkcia bránice je preto narušená a jej stabilizačná funkcia sa nemôže optimálne uplatniť.

Dôležitú úlohu pri kontrole pohybu a vnímaní pohybu zohrávajú ideomotorické funkcie. Ideomotorické funkcie sa v športe odrážajú v schopnosti osvojiť si nové pohybové programy a stereotypy. Ideomotorické funkcie umožňujú vykonávať predstavu a plánovanie pohybu.¹⁸ Poruchy ideomotorických funkcií majú pravdepodobne význam aj v etiológii zranení. Funkcia ideomotorických funkcií sa uplatňuje v schopnosti osvojiť si nové pohybové vzory.¹⁹ Vysoká kvalita ideomotorických funkcií je predpokladom pre športový talent a výkon. Ideomotorické funkcie sa začínajú vyvíjať v období dozrievania kôrových funkcií okolo druhého roka života.²⁰

Pri úrovni motorického riadenia pohybu sa uplatňujú tri úrovne riadenia pohybu, a to kortikálna, subkortikálna a spinálna. Pri kortikálnej úrovni sa uplatňuje schopnosť vedomej korekcie pohybu, cieleného pohybu a rôznych modalít vzhľadom na externé prostredie. Motorické riadenie je hierarchicky usporiadané a zahŕňa viaceré časti centrálného nervového systému. Syntéza zmyslových informácií zozbieraných z rôznych receptorov sa spracováva v mnohých oblastiach centrálnej nervovej sústavy a jej výsledkom sú zložité gnostické funkcie, ktoré slúžia na rozpoznanie predtým naučených informácií. Vstupy a výstupy zo zmyslových a kognitívnych procesov určujú schopnosť jednotlivca nadobúdať, ovládať, upravovať a zlepšovať motorické zručnosti a schopnosti.²¹ Plánovanie pohybu je závislé od multisenzorickej integrácie.²² Športovec musí dobre rozumieť svojmu telu, aby si dobre naplánoval všetky pohyby. Zmyslový vstup z vlastného tela musí byť organizovaný do jednoznačného „obrazu a integrity“. Informácie zo zrakového, hmatového, proprioceptívneho a vestibulárneho systému sú dôležitými komponentmi formovania tohto obrazu.

¹⁸ SCHACK, Thomas et al. 2014. Mental representation and motor imagery training. In: *Frontiers in Human Neuroscience*, vol. 8, no. 1, p. 328.

¹⁹ KOCH, Iring – KELLER, Peter – PRINZ, Wolfgang. 2004. The Ideomotor approach to action control: Implications for skilled performance. In: *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, vol. 2, no. 4, pp. 362–375.

²⁰ FRANK, Clare – KOBESOVÁ, Alena – KOLAR, Pavel. 2013. Dynamic neuromuscular stabilization & sports rehabilitation. In: *International Journal of Sports Physical Therapy*, vol. 8, no. 1, pp. 62–73.

²¹ VOELCKER-REHAGE, Claudia. 2008. Motor-skill learning in older adults – a review of studies on age-related differences. In: *European Review of Aging and Physical Activity*, vol. 5, no. 1, pp. 5–16.

²² SOBER, Samuel J. – SABES, Philip N. 2003. Multisensory integration during motor planning. In: *Journal of Neuroscience*, vol. 23, no. 18, pp. 6982–6992.

Keďže všetky pohyby sú priamo spojené so zmyslovými vnemami, môžeme predpokladať, že čím lepšia je kvalita multizmyslového vnímania a integrácie,²³ tým lepšia je aj kvalita pohybu. Zhoršená motorická kontrola súvisí so zvýšeným rizikom muskuloskeletálneho zranenia.²⁴ Senzorická integrácia, motorické plánovanie a koordinácia určujú situačné uvedomenie.²⁵ Osvojenie si motorických schopností závisí od neurálnej plasticity na kortikálnej aj subkortikálnej úrovni v centrálnom nervovom systéme.

Aplikácia kompenzačných cvičení v športovom tréningu

Hlavným cieľom športového tréningu detí je podpora športového rozvoja a odolnosť. Významnú časť športového tréningu u detí by mala zastávať edukácia a prevencia zranení. Rozvoj mladých športovcov si vyžaduje komplexný prístup. Športujúce deti, ktoré netrpia zraneniami alebo sa rýchlo zotavia zo zranení, sú schopné rýchlejšie rozvíjať svoje zručnosti na vyššej úrovni. Naopak, športujúce deti, ktoré sú zranené príliš často, sa často nemôžu zúčastniť tréningového procesu a nedokážu rozvinúť všetky zručnosti potrebné pre daný šport. Športový rozvoj detí bez poškodenia pohybového aparátu je rozhodujúcim faktorom pre budúci individuálny a tímový úspech. Dôležitým aspektom je teda venovať pozornosť optimálnemu zdravému vývoju držania tela, pohyblivosti, sile, vytrvalosti a rýchlosti. Pohybová rôznorodosť na zabezpečenie prevencie úrazov je nevyhnutnou podmienkou pre začatie budovania športového výkonu.

Záver

Na základe analýzy vplyvu cvičení založených na vývojovej kineziológii v športovom tréningu detí je možné konštatovať, že tieto cvičenia majú významný prínos pre prevenciu zranení pohybového aparátu a podporu optimálneho fyzického vývoja. Cielená aplikácia kompenzačných cvičení môže zlepšiť posturálnu stabilitu a funkčné pohybové vzory, čím sa znižuje riziko zranení spojených so športovou aktivitou. Pre budúce štúdie a prax je dôležité pokračovať vo výskume efektivity týchto cvičení a ich integrácie do tréningových programov pre deti, aby sa zabezpečila ich dlhodobá fyzická a športová kondícia.

Poznámka

Zvýšenie pohybovej aktivity po pandémie spôsobenej COVID-19/The movement activity enhancement after the COVID-19 pandemics, project number 2021-1-SK01-KA220-HED-000023008.

²³ GADHVI, Mahesh – MOORE, Marlyn J. – WASEEM, Muhammad. 2021. Physiology, Sensory System. In: *StatPearls* [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK547656/> [2021-08-05].

²⁴ CHMIELEWSKI, Terese L. et al. 2021. Impaired motor control after sport-related concussion could increase risk for musculoskeletal injury: Implications for clinical management and rehabilitation. In: *Journal of Sport and Health Science*, vol. 10, no. 2, pp. 154–161.

²⁵ KAKAVAS, George et al. 2020. Neuroplasticity and Anterior Cruciate Ligament Injury. In: *Indian Journal of Orthopaedics*, vol. 54, no. 3, pp. 275–280.

Literatúra

- ALOTHMAN, Shaima A. et al. 2021. Lifestyle behaviors trend and their relationship with fear level of COVID-19: Cross-sectional study in Saudi Arabia. In: *PloS One*, vol. 16, no. 10. e0257904. Available at: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0257904>
- BAHR, Roald – HOLME, Ingar. 2003. Risk factors for sports injuries – a methodological approach. In: *British Journal of Sports Medicine*, vol. 37, no. 5, pp. 384–392.
- BAHR, Roald – KROSSHAUG, Tron. 2005. Understanding injury mechanisms: A key component of preventing injuries in sport. In: *British Journal of Sports Medicine*, vol. 39, no. 6, pp. 324–329.
- DE BOER, Diederik R. et al. 2021. Physical Activity, Sedentary Behavior and Well-Being of Adults with Physical Disabilities and/or Chronic Diseases during the First Wave of the COVID-19 Pandemic: A Rapid Review. In: *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 18, no. 12, pp. 6342.
- BOUISSET, Simon – DO, Manhcuong. 2008. Posture, dynamic stability, and voluntary movement. In: *Neurophysiologie Clinique/Clinical Neurophysiology*, vol. 38, no. 6, pp. 345–362.
- BURTSCHER, Johannes – BURTSCHER, Martin – MILLET, Grégoire P. 2021. The central role of mitochondrial fitness on antiviral defenses: An advocacy for physical activity during the COVID-19 pandemic. In: *Redox Biology*, vol. 43, pp. 101976.
- CAMPBELL, E. J. – GREEN, J. H. 1953. The variations in intra-abdominal pressure and the activity of the abdominal muscles during breathing; a study in man. In: *The Journal of Physiology*, vol. 122, no. 2, pp. 282–290.
- CAPUTO, Eduardo L. – REICHERT, Felipe F. 2020. Studies of Physical Activity and COVID-19 During the Pandemic: A Scoping Review. In: *Journal of Physical Activity & Health*, vol. 17, no. 12, pp. 1422–1432.
- COSTELLO, Victoria Lawhun et al. 2021. Impact of the COVID-19 Pandemic on Objectively Measured Physical Activity and Sedentary Behavior Among Overweight Young Adults: Yearlong Longitudinal Analysis. In: *JMIR public health and surveillance*, vol. 7, no. 11, e28317.
- ČELKO, Juraj et al. 2019. Účinky pomalého bránicového dýchania. In: *Rehabilitácia*, roč. 56, č. 4, s. 275–287.
- CHMIELEWSKI, Terese L. et al. 2021. Impaired motor control after sport-related concussion could increase risk for musculoskeletal injury: Implications for clinical management and rehabilitation. In: *Journal of Sport and Health Science*, vol. 10, no. 2, pp. 154–161.
- DAVIS, Elaine K. 2004. Sports and recreational injuries in children and adolescents: prevention and education. In: *Journal of the Oklahoma State Medical Association*, vol. 97, no. 1, pp. 18–21.
- FRANK, Clare – KOBESOVÁ, Alena – KOLAR, Pavel. 2013. Dynamic neuromuscular stabilization & sports rehabilitation. In: *International Journal of Sports Physical Therapy*, vol. 8, no. 1, pp. 62–73.

- GADHVI, Mahesh – MOORE, Marlyn J. – WASEEM, Muhammad. 2021. Physiology, Sensory System. In: *StatPearls* [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK547656/> [2021-08-05].
- GONZÁLEZ, Karimé – FUENTES, Jorge – MÁRQUEZ, José Luis. 2017. Physical Inactivity, Sedentary Behavior and Chronic Diseases. In: *Korean Journal of Family Medicine*, vol. 38, no. 3, pp. 111–115.
- HILL, Lee – COLLINS, Malcolm – POSTHUMUS, Michael. 2015. Risk factors for shoulder pain and injury in swimmers: A critical systematic review. In: *Physician and Sportsmedicine*, vol. 43, no. 4, pp. 412–420.
- HODGES, Paul W. 2003. Core stability exercise in chronic low back pain. In: *Orthopedic Clinics of North America*, vol. 34, no. 2, pp. 245–254.
- HODGES, Paul W. 2005. Intra-abdominal pressure increases stiffness of the lumbar spine. In: *Journal of Biomechanics*, vol. 38, no. 9, pp. 1873–1880.
- HODGES, Paul W. – DANNEELS, Lieven. 2019. Changes in Structure and Function of the Back Muscles in Low Back Pain: Different Time Points, Observations, and Mechanisms. In: *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, vol. 49, no. 6, pp. 464–476.
- HODGES, Paul W. – SAPSFORD, Ruth – PENGEL, Liset H. M. (2007). Postural and respiratory functions of the pelvic floor muscles. In: *Neurourology and Urodynamics*, vol. 26, no. 3, pp. 362–371.
- HODGES, Paul W. – TUCKER, Kylie. 2011. Moving differently in pain: a new theory to explain the adaptation to pain. In: *Pain*, vol. 152, no. 3 Suppl, pp. S90–S98.
- HOF, At L. – GAZENDAM, Marnix G. J. – SINKE, W. E. 2005. The condition for dynamic stability. In: *Journal of Biomechanics*, vol. 38, no. 1, pp. 1–8.
- JANČOKOVÁ, Ľudmila. 2018. *Fyziológia vo vedách o športe v pojmoch*. Žilina: IPV inštitút priemyselnej výroby Žilina. ISBN 978-80-89902-12-5.
- KAKAVAS, George et al. 2020. Neuroplasticity and Anterior Cruciate Ligament Injury. In: *Indian Journal of Orthopaedics*, vol. 54, no. 3, pp. 275–280.
- KOBESOVÁ, Alena – KOLAR, Pavel. 2014. Developmental kinesiology: three levels of motor control in the assessment and treatment of the motor system. In: *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, vol. 18, no. 1, pp. 23–33.
- KOCH, Iring – KELLER, Peter – PRINZ, Wolfgang. 2004. The Ideomotor approach to action control: Implications for skilled performance. In: *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, vol. 2, no. 4, pp. 362–375.
- KOLAR, Pavel et al. 2010. Stabilizing function of the diaphragm: dynamic MRI and synchronized spirometric assessment. In: *Journal of Applied Physiology* (Bethesda, Md.: 1985), vol. 109, no. 4, pp. 1064–1071.
- KOLAR, Pavel et al. 2012. Postural function of the diaphragm in persons with and without chronic low back pain. In: *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, vol. 42, no. 4, pp. 352–362.
- LU, Lei et al. 2020. Effective Assessments of a Short-Duration Poor Posture on Upper Limb Muscle Fatigue Before Physical Exercise. In: *Frontiers in Physiology*, vol. 11, pp. 541974.

- LUTTER, Christoph et al. 2022. Does prevention pay off? Economic aspects of sports injury prevention: a systematic review. In: *British Journal of Sports Medicine*, vol. 56, no. 8, pp. 470–476.
- MAHMOUD, Nesreen Fawzy et al. 2019. The Relationship Between Forward Head Posture and Neck Pain: a Systematic Review and Meta-Analysis. In: *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine*, vol. 12, no. 4, pp. 562–577.
- NOWOTNY, Janusz et al. 2011. Body posture and syndromes of back pain. In: *Ortopedia, Traumatologia, Rehabilitacja*, vol. 13, no. 1, pp. 59–71.
- O'DONOVAN, Gary et al. 2010. The ABC of Physical Activity for Health: a consensus statement from the British Association of Sport and Exercise Sciences. In: *Journal of Sports Sciences*, vol. 28, no. 6, pp. 573–591.
- PATNODE, Carrie D. et al. 2017. Behavioral Counseling to Promote a Healthful Diet and Physical Activity for Cardiovascular Disease Prevention in Adults Without Known Cardiovascular Disease Risk Factors: Updated Systematic Review for the U.S. Preventive Services Task Force. In: *U.S. Preventive Services Task Force Evidence Syntheses, formerly Systematic Evidence Reviews*. Rockville, MD: Agency for Healthcare Research and Quality (US).
- RIVERA, Paola Andrea – NYS, Bojan Luc – FIESTAS, Fabián. 2021. Impact of COVID-19 induced lockdown on physical activity and sedentary behavior among university students: A systematic review. In: *Medwave*, vol. 21, no. 8, p. e8456.
- RUEGSEGGER, Gregory N. – BOOTH, Frank W. 2018. Health Benefits of Exercise. In: *Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine*, vol. 8, no. 7, p. a029694.
- SCHACK, Thomas et al. 2014. Mental representation and motor imagery training. In: *Frontiers in Human Neuroscience*, vol. 8, no. 1, p. 328.
- SHIBATA, Daisuke. 2020. Improvement of dynamic postural stability by an exercise program. In: *Gait & Posture*, vol. 80, no. 1, pp. 178–184.
- SOBER, Samuel J. – SABES, Philip N. 2003. Multisensory integration during motor planning. In: *Journal of Neuroscience*, vol. 23, no. 18, pp. 6982–6992.
- STRACCIOLINI, Andrea et al. 2013. Pediatric sports injuries: an age comparison of children versus adolescents. In: *The American Journal of Sports Medicine*, vol. 41, no. 8, pp. 1922–1929.
- STRICKER, Paul R. 2002. Sports training issues for the pediatric athlete. In: *Pediatric Clinics of North America*, vol. 49, no. 4, pp. 793–802, vii.
- TAYLOR, Breana L. – ATTIA, Magdy W. 2000. Sports-related injuries in children. In: *Academic Emergency Medicine: Official Journal of the Society for Academic Emergency Medicine*, vol. 7, no. 12, pp. 1376–1382.
- TURSZ, Anne – CROST, Monique. 1986. Sports-related injuries in children. A study of their characteristics, frequency, and severity, with comparison to other types of accidental injuries. In: *American Journal of Sports Medicine*, vol. 14, no. 4, pp. 294–299.
- VOELCKER-REHAGE, Claudia. 2008. Motor-skill learning in older adults – a review of studies on age-related differences. In: *European Review of Aging and Physical Activity*, vol. 5, no. 1, pp. 5–16.

- WANG, Yucong – ASHOKAN, Kalaiselvan. 2021. Physical Exercise: An Overview of Benefits From Psychological Level to Genetics and Beyond. In: *Frontiers in Physiology*, vol. 12, pp. 731858.
- WARBURTON, Darren E. R. – BREDIN, Shannon S. D. 2016. Reflections on Physical Activity and Health: What Should We Recommend? In: *Canadian Journal of Cardiology*, vol. 32, no. 4, pp. 495–504.
- WARBURTON, Darren E. R. – NICOL, Crystal Whitney – BREDIN, Shannon S. D. 2006. Health benefits of physical activity: the evidence. In: *CMAJ: Canadian Medical Association Journal*, vol. 174, no. 6, pp. 801–809.
- WERNLI, Kevin et al. 2020. Movement, posture and low back pain. How do they relate? A replicated single-case design in 12 people with persistent, disabling low back pain. In: *European Journal of Pain* (London, England), vol. 24, no. 9, pp. 1831–1849.
- WINDT, Johann – GABBETT, Tim J. 2017. How do training and competition workloads relate to injury? The workload-injury aetiology model. In: *British Journal of Sports Medicine*, vol. 51, no. 5, pp. 428–435.
- YU, Xin et al. 2021. The Role of the Diaphragm in Postural Stability and Visceral Function in Parkinson's Disease. In: *Frontiers in Aging Neuroscience*, vol. 13, pp. 785020.