

Analýza výskytu možných lehkých mozečkových dysfunkcí u hypermobilních závodnic v moderní gymnastice, projevujících se lehkou poruchou koordinace

The analysis of possible occurrence of light cerebellar dysfunctions in hyper-mobile rhythmic gymnastics competitors manifested in a slight coordination dysfunction

Kateřina Kapounková, Ivan Struhár, Jitka Kopřivová

Fakulta sportovních studií Masarykovy univerzity v Brně

Abstrakt:

Cílem studie bylo získat informace o výskytu hypermobility a příznaků lehké mozečkové dysfunkce u závodnic moderní gymnastiky a prokázat jejich spojitost. Výzkumný soubor tvořilo 78 dívek z oddílů moderní gymnastiky České republiky průměrného věku $12,81 \pm 2,47$. Do studie byly záměrným výběrem zařazeny závodnice při splnění zvolených kritérií: ženy, věk 10–18 let, alespoň 5 let specializovaného tréninku moderní gymnastiky, týdenní zatížení minimálně 10 hod. K diagnostice hypermobility byla použita metoda měření kloubního rozsahu pomocí goniometru. Byl měřen rozsah pohybu v kyčelním kloubu a Jandovy zkoušky. K diagnostice lehké mozečkové dysfunkce byly použity orientační mozečkové zkoušky. A to zkouška taxy, zaměřená na správné cílení pohybů, zkouška diadochokinézy, odhalující schopnost provádět alternující (střídavé) pohyby a zkouška stability stoje pomocí Rombergova stoje při otevřených očích na balanční plošině. Výsledky goniometrického měření prokázaly výraznou flexibilitu probandů a to především flexe v oblasti kyčelních kloubů (u pravého kyčelního kloubu $161,09^\circ \pm 14,78$ a u levé dolní končetiny $158,54^\circ \pm 14,05$). Při zjišťování mozečkových příznaků během zkoušky taxy na horních i dolních končetinách nebyla zjištěna patologie, naopak ale dysdiadochokinéza se objevila u 7 probandů. Výsledky Rombergova stoje na balanční plošině byly mírně nad normu (srovnáváno s běžnou populací), nicméně u 7 osob s prokázanou dysdiadochokinézou se naměřené výsledky dostaly pod hodnoty běžné populace. U vyšetřovaných osob, u kterých byla zaznamenána jak dysdiadochokinéza, tak i horší výsledky v Rombergově stoji na balanční plošině, se objevily ve všech případech známky hypermobility ověřené goniometricky.

Abstract:

The aim of the study was to ascertain information upon the occurrence of hypermobility as well as the symptoms of light brain dysfunction in rhythmic gymnasts and to prove their relationship. The research sample consisted of 78 girls from rhythmic gymnastics teams from the Czech Republic with average age $12,81 \pm 2,47$. The study used deliberate selection on the basis of chosen criteria: women, age 10–18 years, at least 5 let of specialised training in rhythmic gymnastics, week load at least 10 hours. The diagnostics of hypermobility used the method of measuring joint range with the aid of goniometer. The range of the movement of hip joint was measured and Janda test. The diagnostics of mild brain dysfunction diagnostics used orientation brain tests. It is the test of tax, which is aimed upon the proper aiming of movement, test of diadochokinesis, which is aimed at the ability to perform alternating movements, and the test of stability using Romberg pose on a balance platform with open eyes. The results of the goniometric measurement showed a significant flexibility of the gymnasts, mainly in the area of their hip joint (flexe right hip joint $161,09^\circ \pm 14,78$ and flexe left hip joint $158,54^\circ \pm 14,05$). When diagnosing mild brain dysfunction using tax, in both the upper and the lower extremities, no pathology was ascertained, on the contrary, however dysdiadochokinesis was found in 7 gymnasts.

The results of the Romberg pose on the balance platform were mildly above the norm (compared with general population), nonetheless, the 7 people with dysdiadochokinesis showed results under the values of the general population. The people with dysdiadochokinesis, also showed worse results in the Romberg pose on the balance platform, as well as the symptoms of hypermobility, which were proved by goniometric examination.

Klíčová slova:

Hypermobilita, lehká mozečková dysfunkce, goniometrie, Rombergovy stoje, tax, diadochokinéza

Key words:

Hypermobility, light cerebellar dysfunctions, goniometric examination, Romberg pose, tax, diadochokinesis

ÚVOD

Pod pojmem hypermobilita se rozumí zvětšený rozsah kloubní pohyblivosti nad běžnou normu a současně i nižší klidové napětí kosterních svalů (Baeza-Velasco, Gély-Nargeot, Pailhez, & Vilarrasa, 2013). Jedinci s hypermobilitou vykazují mnohem větší rozsah pohybů v kloubech než normální dospělá populace (Kolář 2009; Hanewinkel-van Kleef, Helders, Takken, & Engelbert, 2009). Přesná norma však může kolísat mezi 10–20% od udané hodnoty v závislosti na individualitě vyšetřovaného (Berlit & Kolínská, 2007). Ženy mají obecně větší kloubní pohyblivost než muži a kloubní hypermobilita postihuje až 40 % ženské populace a může být výsledkem větší roztažnosti vazů, poruchy svalů, ve smyslu sníženého svalového napětí – hypotonie nebo naznačovat dědičnou formu nemoci pojivových tkání (Russek, 1999). Výskyt hypermobility s absencí systémových onemocnění v populaci dosahuje něco mezi 4 až 13%. Dle studie na universitě v Rochesteru nejvíce postiženým kloubem je kolenní, kde se hypermobilita vyskytuje v 46 % případů, následují se 40 % klouby ruky a v 20% klouby kyčelní (Frank Biro, Gewanter, & Baum, 1983) Příčina nadměrné kloubní volnosti, hypermobility nebyla doposud zcela objasněna.

Předpokládá se, že abnormální rozsah v kloubu může být způsoben nižším klidovým napětím kosterních svalů v důsledku poruch mozečku (Baeza-Velasco et al., 2013) i malými variacemi v geneticky podmíněné stavbě intercelulární matrix, obsažené v kloubním pouzdru a vazech. Sachse zdůraznil, že hypermobilita velice často souvisí s pohybovou inkoordinací a neschopností utvářet kvalitní pohybové stereotypy (Lewit, 1996). Při lehké dysfunkci mozečku, nezachytitelné žádnou zobrazovací metodou, může dojít k mikroporuše motoriky projevující se poruchou koordinace pohybů tzv. melodií pohybů. Je to neschopnost svázat pohybové prvky do harmonického celku. Také může být patrná adiadochokinéza nebo se dysfunkce projeví poruchou dynamické rovnováhy, či svalovou hypotonií, která má vliv na preciznost prováděných pohybů (Cantin, Polatajko, Thach, & Jaglal, 2007). Na hypermobilitě se mohou podílet vnitřní faktory, může být ale také částečně získána vnějšími podněty ve formě dlouhodobého cvičení a strečinku např. při baletu či gymnastice. Hypermobilita umožňuje vybraným jedincům provádět celou řadu pohybových aktivit s větší lehkostí (Hakim & Grahame, 2003). Navíc řada vrcholových sportů vyžaduje hypermobilitu ve vybraných kloubech k realizaci a osvojení sportovních dovedností a pro dosažení maximálního specifického sportovního výkonu. Jedince vykazující hypermobilitu najdeme mezi tanečnicemi, sportovními gymnasty a moderními gymnastkami (Scheper, de Vries, Juul-Kristensen, Nollet, & Engelbert, 2014). K intenzivnímu rozvoji pohyblivosti u dívek dochází mezi 9. až 13. rokem v tzv. senzitivním období (Jansa & Dovalil, 2007). Dle jiných autorů je senzitivní období pro rozvoj flexibility už od 7 do 11 let. Dřívější práce prokazují, že maxima rozsahu pohyblivosti se dosahuje kolem 23 let, potom následuje pozvolný úbytek a kolem 65 se objevuje náhlé zhoršení. U pravidelně cvičících je tento zlom posunut až o 10 let později (Měkota & Novosad, 2005). Maximálního kloubního rozsahu podle ruských expertů v moderní gymnastice dosahují gymnastky mezi 11. až 13. rokem (Jastrjemskaia & Titov, 1998).

CÍL

Analýza výskytu možných lehkých mozečkových dysfunkcí u hypermobilních závodnic moderní gymnastiky, projevující se v oblasti lehké poruchy rovnováhy nebo koordinace.

METODIKA

K diagnostice hypermobility byla použita jak metoda měření kloubního rozsahu pomocí goniometru, tak i některá vyšetření podle Jandy (zkouška extendovaných loktů a Thomayerova zkouška). Pomocí goniometru byl měřen rozsah pohybu v kyčelním kloubu. Měření se prováděla v přesně určených polohách (metoda SFTR – název je odvozen od tělních rovin, ve kterých se měření provádí) (Véle, 2012). Pro jednotlivé klouby jsou rozsahy pohybu normovány, příklady normálních hodnot jsou uvedeny v tabulce 1.

Tabulka 1: Hodnoty normálního rozsahu pohybu v kloubech dle SFTR (Haladová, 2005).

Ramenní kloub	S 45-0-180	Kyčelní kloub	S 15-0-120
	F 180-0-45		F 45-0-25
	T 45-0-135		T 50-0-10
	R 90-0-90		R 45-0-45

Z vyšetření dle Jandy byla ve studii použita zkouška extendovaných loktů, kdy se při flexi v ramenním a maximální flexi v loketních kloubech přitiskne předloktí po celé ploše k sobě a pak se snaží vyšetřovaný lokty natahovat, aniž by oddálil předloktí. Při normálním rozsahu pohybu je možno provést extenzi v loketních kloubech až do úhlu 110° mezi předloktím a kosti pažní. Při výskytu hypermobility se tento úhel zvětšuje (Janda, 2004). Posledním z vyšetření byla zkouška předklonu (Thomayerova zkouška), prováděna ze stoji na okraji vyšetřovací lavice s pohybem vyšetřovaného do hlubokého předklonu. Za normu se považuje, pokud se vyšetřovaný dotkne špičkami prstů lavice. Při zvýšené pohyblivosti páteře (hypermobilitě) přesahují prsty rukou okraj vyšetřovací lavice (Dostálová, 2006).

K diagnostice mozečkové dysfunkce byly použity orientační mozečkové zkoušky. Zkouška taxie a diadochokinézy, které jsou obě regulovány právě mozečkem. Taxie je schopnost uskutečňovat správně cílené pohyby a diadochokinéza je schopnost provádět alternující (střídavé) pohyby. Porucha taxie je nazývána ataxie. U probandů bylo použito provádění cílených pohybů formou zkoušky prst-nos a pata-holeň (Fuller, 2008). Porucha diadochokinézy se nazývá v těžších případech adiadochokinéza, u lehčích poruch dysdiadochokinéza. Na horních končetinách byla u probandů se zavřenými očima diadochokinéza zkoušena rychle za sebou prováděnou supinací a pronací v předpažení (Haladová, 2010). Dalším ze sledovaných příznaků byla přítomnost nystagmu. Nystagmus je výskyt pomalého pohybu v jednom směru s rychlou korekcí ve směru opačném při sledování pohybu prstu nahoru – dolů a do stran vyšetřujícího (Fuller, 2008). Pro test rovnováhy byla použita stabilometrická plošina, kde byly zaznamenávány titubace v Rombergově postoji I (stoj spatný s otevřenými očima) po dobu 30 s. Hlavním úkolem vyšetřovaných osob bylo během měření udržet rovnováhu v medio-laterálním směru s pomocí zpětné vazby z obrazovky. Metoda je založena na měření výkyvů souřadnic centra opěrných sil (centre of foot pressure, body's center of force, centre of gravity) během stoji vyšetřovaného a výsledné číslo je jakou dráhu (trajektorii) jedinec (resp. jeho centrum opěrných sil – COP) opsal při stoji na plošině, udávané v mm. Změny polohy těžiště v klidném stoji jsou považovány za odraz neustálé řídicí činnosti CNS (Chiari, Rocchi, & Cappello, 2002).

Výzkumný soubor tvořilo 78 (n = 78) dívek z oddílů moderní gymnastiky České republiky průměrného věku 12,81 ± 2,47, s počtem let specializované přípravy 6,82 ± 2,48. Výsledky byly sumarizovány procentuálně. Pro zpracování naměřených hodnot byl použit program Microsoft Office Excel 2010 a statistický program STATISTICA verze 12.

VÝSLEDKY A DISKUSE

U testovaných osob byla zjištěna hypermobilita v 98 % případů, pouze u 2 % dívek byla zaznamenána velikost kloubního rozsahu srovnatelná s běžnou populací. Dle Evana je prevalence hypermobility závislá na věku a u běžné populace se pohybuje mezi 8–21 % u dětí ve věku 5–17 let. Vrcholu dosahuje hypermobilita mezi 2. a 3. rokem života, kdy se nachází až v 50 % případů (Everman & Robin, 1998). U dospělých klesá prevalence asi na 5 %. U goniometrického vyšetření se za normu považuje u kyčelního kloubu v sagitální rovině 15° pro extenzi a 120° pro flexi. U abdukce se norma pohybuje na hranici 45° a u addukce je to 25°. Zaznamenané průměrné dosažené výsledky goniometrického vyšetření kyčelního kloubu probandů v této studii v sagitální rovině byly u extenze pravé dolní končetiny 24,21° a u levé 22,99°. U flexe kyčelního kloubu byly naměřeny ještě extrémnější hodnoty, u pravého kyčelního kloubu 161,09° a u levé dolní končetiny 158,54°. Což opět znamená výraznou flexibilitu v kyčelním kloubu probandů. V četných studiích nezávisle na pohlaví byl zjištěn nižší rozsah pohybu na pravé straně těla ve srovnání se stranou levou (Pavelka, 2003). U našich testovaných osob byl naopak vyšší rozsah pohybu zaznamenán na pravé dolní končetině, k čemuž nejspíše přispívá specializovaný trénink více zaměřený na pravou polovinu těla.

Následuje přehled výsledků vyšetření hypermobility v kyčelním kloubu v sagitální a frontální rovině pomocí goniometru (tabulky 2,3,4 a 5).

Tabulka 2: Hodnoty extenze v kyčelním kloubu

Charakteristika	Hodnota extenze PDK (°)	Hodnota extenze LDK (°)
Celkový soubor (n = 78)	24,20 ± 3,62	22,99 ± 4,15

Tabulka 3: Hodnoty flexe v kyčelním kloubu

Charakteristika	Hodnota flexe PDK (°)	Hodnota flexe LDK (°)
Celkový soubor (n = 78)	161,09 ± 14,78	158,54 ± 14,05

Tabulka 4: Hodnoty abdukce v kyčelním kloubu

Charakteristika	Hodnota abdukce PDK (°)	Hodnota abdukce LDK (°)
Celkový soubor (n = 78)	77,28 ± 14,17	78,89 ± 12,78

Tabulka 5: Hodnoty addukce v kyčelním kloubu

Charakteristika	Hodnota addukce PDK (°)	Hodnota addukce LDK (°)
Celkový soubor (n = 78)	31,95 ± 1,89	31,58 ± 1,37

Průměrná hodnota ve stupních u Jandovy zkoušky extendovaných loktů dosáhla hodnoty 173,68°, přičemž za normu se považuje 110°, vše nad tuto hodnotu je posuzováno jako hypermobilita. Tomayerova zkouška byla prováděna ze zvýšené podložky, jelikož všechny vyšetřované osoby se dostaly dosahem prstů pod úroveň podložky. A naměřené hodnoty jsou dány v cm pod úroveň vyšetřovací podložky. Při normálním rozsahu pohybu je vyšetřovaný schopen dotknout se podlahy jen špičkami prstů. Průměrná naměřená hodnota u dívek pod úroveň podložky byla 22,62, což tedy opět potvrzuje výrazný výskyt hypermobility u vyšetřovaných dívek. Výsledky Jandových zkoušek jsou v tabulce 6 a 7.

Tabulka 6: Hodnoty extenze v loketním kloubu

Charakteristika	Hodnota extenze (°)
Celkový soubor (n = 78)	173,68 ± 4,35

Tabulka 7: Hodnoty Thomayerovy zkoušky

Charakteristika	Hodnota vzdálenosti (cm)
Celkový soubor (n = 78)	22,62 ± 5,75

Výskyt lehkých mozečkových příznaků se objevil u 7 osob, což je 9% z celkového počtu probandů. Při zjišťování mozečkových příznaků během zkoušky taxy na horních i dolních končetinách nebyla zjištěna patologie, naopak ale dysdiadochokinéza se objevila u 7 probandů. Rombergův postoj při otevřených očích byl prováděn na balanční plošině. Byly sledovány pohyby těžiště pomocí posturografie a zaznamenány výchylky těžiště v mediolaterálním směru. Bohužel srovnání s jinými studiemi je velmi problematické, protože stabilometrické parametry mají malou opakovatelnost a jsou silně ovlivněny řadou vedlejších faktorů. Průměrná hodnota u probandů dosáhla 33,85, nicméně u 7 osob s prokázanou dysdiadochokinézou se naměřené výsledky dostaly pod průměrně naměřené hodnoty ve studii. U vyšetřovaných osob, u kterých byla zaznamenána jak dysdiadochokinéza, tak i horší výsledky v Rombergově postoji na balanční plošině, se objevily ve všech případech známky hypermobility ověřené goniometricky i Jandovými zkouškami. V tabulce 8, 9 a 10 jsou uvedeny výsledky všech sedmi dívek.

Tabulka 8: Výsledky mozečkových zkoušek

Číslo probanda	Věk (v letech)	Počet let specializovaného tréninku	Diadochokinéza	Prst – nos	Romberg I
14	12	6	pozit.	negat.	40,2
15	12	6	pozit.	negat.	39,8
22	10	4	pozit.	negat.	39,9
29	9	3	pozit.	negat.	40,1
40	13	7	pozit.	negat.	39,8
65	15	9	pozit.	negat.	38,9
77	11	5	pozit.	negat.	39,8

Tabulka 9: Výsledky goniometrie – kyčelní kloub (sagitální rovina)

Číslo probanda	PDK			LDK		
14	28	0	180	26	0	160
15	26	0	176	24	0	164
22	30	0	180	26	0	170
29	30	0	180	30	0	180
40	30	0	180	26	0	174
65	30	0	180	26	0	164
77	30	0	178	30	0	180

Tabulka 10: Výsledky Jandových zkoušek

Číslo probanda	Extenze loktů (°)	Thomayerova zkouška (cm)
14	178	32
15	170	26
22	176	35
29	180	33
40	180	28
65	178	26
77	180	32

Vliv závislosti hypermobility na výskytu lehkých mozečkových dysfunkcí nebyl doposud v žádné studii popsán. Přesto je jasné, že význam hypermobility, obzvláště ve sportech, kde sportovní výkon je determinován především flexibilitou (moderní, sportovní gymnastika, krasobruslení) roste. Navíc u některých sportů, především gymnastických a u krasobruslení je již od samého začátku v tréninku výrazně hypermobilita podporovaná. Při výběru talentů dochází primárně k upřednostňování hypermobilních dětí s předpoklady pro danou specializaci. Právě požadavky na flexibilitu jsou pravděpodobně nejdůležitějším aspektem, kterým se gymnastika odlišuje od ostatních sportů (Sands, 2012). Požadavek vysoké míry flexibility se promítá do všech technických prvků obtížnosti (skoky, rotace a rovnovážné tvary), které musí být v závodní sestavě dle mezinárodních pravidel gymnastické federace zastoupeny (Miletić, Katić, & Maleš, 2004). Nicméně hypermobilita velice často souvisí s pohybovou inkoordinací a neschopností utvářet kvalitní pohybové stereotypy, což se může právě u gymnastiky a dalších koordinačně estetických sportů nakonec projevit a být limitujícím faktorem výkonu (Lewit, 1996). Při lehkém nestrukturálním poškození může dojít k narušení koordinace při rychlém provádění střídavých pohybů, k poruše rytmu pohybů nebo se projeví poruchou rovnováhy, či svalovou hypotonií (Cantin et al., 2007).

ZÁVĚRY

Z výsledků je patrné, že vlivem cíleného výběru a specializovaného tréninku se výskyt hypermobilních jedinců v moderní gymnastice pohybuje těsně pod hranici 100%. Předložená studie se snaží ozřejmit vztah mezi schopností vykonávat pohyby ve velkém kloubním rozsahu a změnami, které vznikají v organismu v důsledku lehkého poškození mozečku, což se projevuje nejen hypermobilitou způsobenou svalovou hypotonií při provádění pasivních pohybů v kloubech, ale i lehkou poruchou koordinace pohybů, zejména v poruchou rytmu prováděných pohybů, sníženou prostorovou orientací, poruchou plánování jednotlivých pohybů, poruchou prostorové a motorické paměti. Tato zřejmá spojitost, pak může výrazně ovlivňovat sportovní přípravu závodnic právě v moderní gymnastice. Předložená studie se snaží upozornit na potřebnost rozšíření testových baterií v koordinačně estetických sportech o hodnocení nejen kloubní flexibility, ale i o jednoduché zkoušky na hodnocení funkce mozečku. Tyto testy by měly obsahovat především cviky zaměřené na hodnocení jakýchkoliv cílených a přesných pohybů (taxe a metrie) a rychlé střídání alternujících pohybů (diadochokinéza). Tyto testy by se měly stát samozřejmou součástí hodnocení při výběru do oddílů moderní gymnastiky a především pak reprezentačních družstev.

Literatura

- Baeza-Velasco, C., Gély-Nargeot, M.-C., Pailhez, G., & Vilarrasa, A. B. (2013). Joint hypermobility and sport: a review of advantages and disadvantages. *Current Sports Medicine Reports*, 12(5), 291–295. <http://doi.org/10.1249/JSR.0b013e3182a4b933>
- Berlit, P., & Kolínská, D. (2007). *Memorix neurologie* (1. vyd). Praha: Grada.
- Biro, F., Gewanter, H. L., & Baum, J. (1983). The Hypermobility Syndrome. *Pediatrics*, 72(5), 701–706.

- Cantin, N., Polatajko, H. J., Thach, W. T., & Jaglal, S. (2007). Developmental coordination disorder: exploration of a cerebellar hypothesis. *Human Movement Science, 26*(3), 491–509. <http://doi.org/10.1016/j.humov.2007.03.004>
- Dostállová, I. (2006). *Vyšetřování svalového aparátu: svalové zkrácení a oslabení, pohybové stereotypy a hypermobilita* (Vyd. 1). Olomouc: Hanex.
- Everman, D. B., & Robin, N. H. (1998). Hypermobility Syndrome. *Pediatrics in Review, 19*(4), 111–117. <http://doi.org/10.1542/pir.19-4-111>
- Fuller, G. (2008). *Neurologické vyšetření snadno a rychle* (1. české vyd). Praha: Grada.
- Hakim, A., & Grahame, R. (2003). Joint hypermobility. *Best Practice & Research. Clinical Rheumatology, 17*(6), 989–1004. <http://doi.org/10.1016/j.berh.2003.08.001>
- Haladová, E. (2005). *Vyšetřovací metody hybného systému* (Vyd. 2. nezm). Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů.
- Haladová, E. (2010). *Vyšetřovací metody hybného systému* (3., nezměněné vyd). Brno: NCONZO.
- Hanewinkel-van Kleef, Y. B., Helders, P. J. M., Takken, T., & Engelbert, R. H. (2009). Motor performance in children with generalized hypermobility: the influence of muscle strength and exercise capacity. *Pediatric Physical Therapy: The Official Publication of the Section on Pediatrics of the American Physical Therapy Association, 21*(2), 194–200. <http://doi.org/10.1097/PEP.0b013e3181a3ac5f>
- Chiari, L., Rocchi, L., & Cappello, A. (2002). Stabilometric parameters are affected by anthropometry and foot placement. *Clinical Biomechanics (Bristol, Avon), 17*(9-10), 666–677.
- Janda, V. (2004). *Svalové funkční testy* (Vyd. 1). Praha: Grada.
- Jansa, P., & Dovalil, J. (2007). *Sportovní příprava: vybrané teoretické obory: stručné dějiny tělesné výchovy a sportu, základy pedagogiky a psychologie sportu, fyziologie sportu, sportovní trénink, sport zdravotně postižených, sport a doping, úrazy ve sportu a první pomoc, základy sportovní regenerace a rehabilitace, sportovní management* (Vyd. 1). Praha: Q-art.
- Jastrjemskaia, N., & Titov, Y. (1998). *Rhythmic Gymnastics*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Kolář, P. (2009). *Rehabilitace v klinické praxi* (1. vyd). Praha: Galén.
- Lewit, K. (1996). *Manipulační léčba v myoskeletální medicíně* (4. přepr. a rozš. vyd). Leipzig: J.A. Barth Verlag.
- Měkota, K., & Novosad, J. (2005). *Motorické schopnosti* (1. vyd). Olomouc: Univerzita Palackého.
- Miletić, Đ., Katić, R., & Maleš, B. (2004). Some Anthropologic Factors of Performance in Rhythmic Gymnastics Novices. *Collegium Antropologicum, 28*(2), 727–737.
- Pavelka, K. (2003). *Klinická revmatologie* (1. vyd). Praha: Galén.
- Russek, L. N. (1999). Hypermobility syndrome. *Physical Therapy, 79*(6), 591–599.
- Sands, D. W. A. (2012). Injury Prevention in Women's Gymnastics. *Sports Medicine, 30*(5), 359–373. <http://doi.org/10.2165/00007256-200030050-00004>
- Scheper, M. C., de Vries, J. E., Juul-Kristensen, B., Nollet, F., & Engelbert, R. H. (2014). The functional consequences of Generalized Joint Hypermobility: a cross-sectional study. *BMC Musculoskeletal Disorders, 15*, 243. <http://doi.org/10.1186/1471-2474-15-243>
- Véle, F. (2012). *Vyšetření hybných funkcí z pohledu neurofyziologie: příručka pro terapeuty pracující v neurorehabilitaci* (Vyd. 1). Praha: Triton.