

PROPRIOCEPCE – Význam pro fyzioterapii a její změny u vybraných diagnóz

ÚVOD

Každý pohyb i držení provází vždy multisenzorická činnost smyslů (proprioceptivní, optická, taktilní, interoceptivní) (Véle, 1997). Aference (přenos vzruchů z periférie do centra) somatosenzorického systému je zajištěna receptory, které podávají CNS informace o současném stavu pohybové soustavy. Zahrnuje kožní čítí a propriocepci. S poruchou propriocepce se během naší fyzioterapeutické praxe setkáváme denně. Tento příspěvek se zaměřuje na propriocepci, stručně shrnuje její význam i důsledky jejího narušení. Je známo, že deficity propriocepce mohou vytvářet dysfunkce v celém sensorimotorickém systému. Nedostatečná nebo nesprávná aferentní informace ovlivňuje CNS zpracování, což zase ovlivňuje motorický výkon a kloubní funkci.

PROPRIOCEPCE, PROPRIORECEPTORY

Proprioreceptory přijímají signály z pohybového aparátu – ze svalů, šlach, z kloubních pouzder, z facií a periostu. Tyto signály pak slouží jako bezprostřední informace při řízení pohybu. Vnímají polohu a pohyb tělesných segmentů, jejich kontakt se zevními objekty a orientaci v gravitačním poli (Winter, 1995).

V receptorech se podněty z vnějšího i vnitřního prostředí mění v nervové vzruchy, které jsou pak periferním nervem vedeny do buněk spinálního ganglia a z nich jejich axonem do míchy (Čihák, 1997).

Pojem propriocepce zahrnuje jak vnímání pohybu v kloubu (kinestézie – pohybocit), tak vnímání pozice kloubu (statestézie – polohocit) (Pickard, 2003). Kinestézie (pohybocit) je zprostředkována svalovými vřetenky, kloubními receptory a kožními mechanoreceptory, statestézie (polohocit) svalovými vřetenky a kožními mechanoreceptory (Ambler, 2004).

Proprioreceptory reagují na změny napětí v kloubním pouzdře, které vznikají napínáním pouzdra na konvexní straně kloubu a jeho řasením na straně konkávní. Rozlišujeme kloubní receptory s pomalou a rychlou adaptací. Receptory s rychlou adaptací reagují na pohybující se podnět, zatímco receptory s pomalou adaptací na trvajícím podnět (Ambler, 2004).

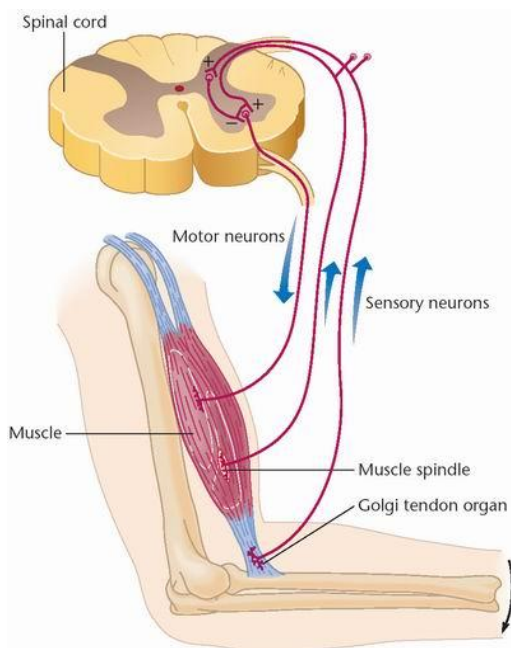
Receptory s pomalou adaptací podávají informace statické – signalizují polohu kloubních segmentů, čímž fungují jako goniometr. Receptory s rychlou adaptací, které reagují na změnu rychlosti pohybu v kloubu – podávají informace akcelerometrické (dynamické) a působí jako tachometr (Véle, 2006).

Dělení proprioceptorů

Ke kloubní propriopecii přispívají receptory čtyř typů:

- Mechanoreceptory I. a II. typu se nacházejí v kloubním pouzdře, II. typu ještě v synoviální membráně a tukové tkáni kloubního komplexu. Ve skupině mechanoreceptorů II. typu byla popsána mnohobuněčná zakončení, Ruffiniho a Vater-Paciniho tělíska. Receptory, které se podobají Ruffiniho, Ruffiniformní a Vater-Paciniho, Paciniformní, byly nalezeny i v kloubních pouzdrech a vazech.
- Ruffiniho tělíska, uložená v kůži, reagují na napínání kůže, Ruffiniformní jsou považována za detektory krajního rozsahu pohybu, jsou aktivována tažným napětím kloubního pouzdra a signalizují ustálenou pozici v kloubu (statestézii).
- Paciniformní tělíska detekují pohyb v kloubu (kinestézii).
- Mechanoreceptory III. typu jsou vysokoprahové SA receptory reagující v krajním rozsahu pohybu.
- Mechanoreceptory IV. typu jsou uloženy ve tvaru plexu nebo jako volná nervová zakončení v kloubním pouzdře, ligamentech (vazy), tukovém polštáři a v pochvách kloubních cév (Králiček, 1995).

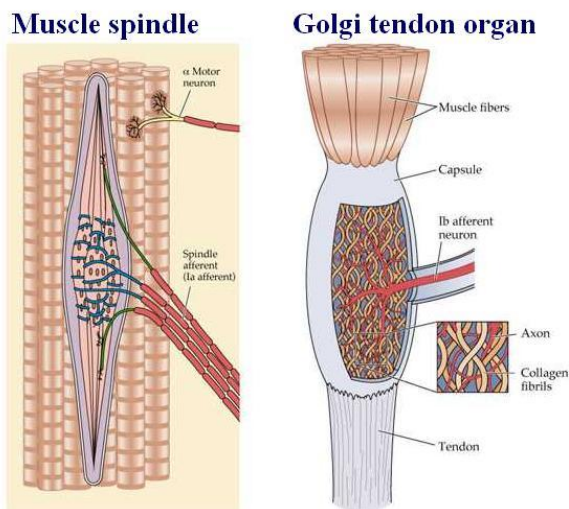
Typ III a IV. se dle Grigga (1994) zdají být spíše senzory bolesti než proprioceptory. Jsou drážditelné v krajním rozsahu pohybu na bolestivé podněty.



V ligamentech se nacházejí nervová zakončení mechanoreceptorů typu III – vysokoprahové SA receptory, které reagují v krajním rozsahu pohybu (Králiček, 1995; Dietz et al. in Allum & Hullinger, 1989).

Petřek (1993) poukazuje na výsledky studií, které prokázaly, že většina pomalu se adaptujících kloubních receptorů generuje vzruchovou aktivitu jen při extrémní flexi a extenzi v kloubu, zatímco v mezipolohách kloubní receptory neodpovídají, nebo je jejich vzruchová aktivita minimální. Při těchto vlastnostech nemohou tedy kloubní receptory zajistit pro nadřazené struktury v nervovém

systemu dostatek informací o momentální poloze daného kloubu, popř. o velikosti a směru pohybu v něm. Informace z kloubních receptorů nehrají tedy při uvědomování si vzájemné polohy jednotlivých tělních segmentů (statestézie) a při uvědomování si směru, rychlosti a rozsahu v kloubu (kinestézie) rozhodující úlohu.



Všechny propioceptivní údaje svalových, šlachových nebo kloubních receptorů jsou součástí zpětnovazebních informací (feed back) o průběžném stavu pohybového segmentu, které jsou nutné pro řízení průběhu pohybu. Současně ale slouží k přednastavení dráždivosti (feed forward) (Véle, 2006).

Propriocepce je zprostředkována nejsilněji myelizovanými vlákny Ia a Ib (Ambler, 2004). Signál ze svalových vřetének a Golgiho šlachových tělísek se přenáší do centrálního nervového systému aferentními nervovými vlákny typu A α . Informace se zbývajících typů propioceptorů cestují do centrálního nervového systému vlákny typu A β (Králíček, 1995).

PROPRIOCEPCE A POSTURÁLNÍ KONTROLA

Studie ukazují na důležitý úkol propioceptivní aference v posturální kontrole. Propriocepce patří spolu společně s okem a vestibulárním aparátem mezi tři aferentní zdroje rovnováhy (Ambler, 2004).

Wojtys a Huston (1994) naznačují, že nedostatek propiocepce opoždí ochranné svalové reakce reflexní kloubní stabilizace. Deficity v propiocepci následně vedou k lokální i globální dysfunkci.

Propriocepce převažuje především při stoji na stabilním povrchu, na nestabilním vstupuje více do hry kontrola zraková a vestibulární (Maurer et al., 2000; Grigg, 1994).

Vztah poruch posturální stability a závratí s neadekvátní funkcí propioceptorů je v rehabilitační odborné veřejnosti často diskutovanou problematikou (Grolichová et al., 2000; Hahn, 2004).

Jak uvádí Page et al. (2010), Kurtz v roce 1939 jako první popsal kloubní instabilitu způsobenou propioceptivní dysfunkcí více než vazivovou laxicitou. Freeman, Dean a Hanham v roce 1965 poprvé popsali funkční nestabilitu jako opakující se kloubní nestabilitu za přítomnosti

normální struktury a síly. Stanovili, že tato instabilita byla způsobena deaferentací, nebo ztrátou aferentních informací do CNS, v důsledku poškození kloubních mechanoreceptorů v poraněných vazech kotníku.

Tropp (2002) aktualizoval definici funkční instability jako pocit nestability nebo opakující se distorze (nebo obojí) z důvodů propioceptivních a neuromuskulárních deficitů. Na dolních končetinách se obě složky propiocepce jeví jako nedílná součást regulace rovnováhy a posturální kontroly.

U starší populace může pokles propiocepce v dolní končetině přispět k abnormální balanční reakci a vzrůstajícím pádům (Skinner, 1993).

Například Duncan et al. (in Ishii, 1999) identifikoval propioceptivní vnímání jako faktor ovlivňující pády. Proto je důležité zjistit, do jaké míry může nahrazení intrakapsulárních komponent, jakými jsou femorální hlavice nebo acetabulum, schopné ovlivnit propiocepci v kyčli.

Interpretace pohybu je pod vizuální kontrolou mnohem přesnější, než je-li využita pouze propioceptivní aference. Vliv zrakového systému se uplatňuje především při omezení ostatní senzoričké aference, redukci funkce vestibulárního aparátu či propiocepce (různé klinické diagnózy, vliv stárnutí apod. (Nashner et al., 1985).

Véle (1997) uvádí, že při výpadku některé senzoričké složky je pohyb dále možný zintenzivněním jiné smyslové složky (např. při zhoršení propioceptivní aference u diabetika je chůze možná, ale vyžaduje optickou kontrolu).

NĚKTERÉ FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ PROPRIOCEPCI

Vliv věku na propiocepci

Několik studií se zabývalo vnímáním kloubní polohy (statestézií) v kyčli ve spojitosti s věkem. Většina z nich zkoumala přesnost propioceptivní vjemu v kyčelním kloubu u skupin po chirurgické náhradě kyčelního kloubu. Shodným zjištěním bylo, že u těchto skupin nebyla propioceptivní přesnost signifikantně změněna (Ishii et al., 2000). Doposud žádná studie neprokázala dopad věku na statestézii v kyčelním kloubu. V hlezenním a kolenním kloubu však studie ukazují na s věkem se snižující přesnost statestézie (Hurley et al., 1997).

Vznímání polohy v kolenním kloubu bylo prokázáno s klesajícím věkem (Marks et al., 1993, Petrella et al., 1997). Pickard (2003) ve své studii potvrdil, že u vnímání kloubní polohy v kyčelním kloubu nebyly mezi skupinou mladých a starších jedinců signifikantní rozdíly – jak u aktivních, tak i pasivních pohybů (pohybových úkolů). Roli však mohl hrát fakt, že starší jedinci v této studii byli aktivní, účastníci se cvičení průměrně až 10 hodin týdně. Petrella et al. (1997)

zkoumali propriocepci v kolenu u skupiny aktivních a „sedavých“ skupin starších jedinců a zjistili, že skupina aktivních jedinců byla v detekci kloubní pozice přesnější. Lidé, kteří cvičí, mají větší sílu a rychlejší reakci (Lord et al., 1993). Zdá se tedy, že cvičení ovlivňuje propriocepci stejně jako rozsah pohybu a sílu. To je zřejmě dané tím, že aktivita prováděná u této starší populace zachovává nebo posiluje jejich proprioceptivní přesnost v kyčli (Gandavia et al., 1992).

Studie Barretta et al. (1991) potvrdila, že vnímání kloubní pozice je méně přesné u „zdravých“ jedinců starší generace. To může vysvětlovat změnu v pohybovém vzoru chůze u normálních stárnoucích lidí a to i bez nějakých známek a symptomů osteoartrózy.

Vliv únavy na propriocepci

(Page et al., 2010) uvádí, že únava může hrát v propriocepci důležitou roli. Janda věřil, že únava brání zpětné vazbě ze svalových vřetének, čímž je ovlivněna propriocepce a postura. Také Lee se spolupracovníky (2003) potvrzují, že při únavě jsou svalové mechanoreceptory odpovědné za snížení propriocepce. Zatímco někteří autoři studií dokázali, že svalová únava ovlivňuje propriocepci v rameni (Lee et al. in Page, 2010; Myers et al. in Page, 2010) a trupových extenzorech (Vuillerme et al. in Page et al., 2010), jiní poukázali na vliv únavy na propriocepci v kolenu a v kotníku.

ZMĚNY PROPRIOCEPCE U VYBRANÝCH DIAGNÓZ SE ZAMĚŘENÍM NA VLÁHONOSNÉ KLOUBY

Senzitivní ataxie

Obě modalities, tj. kinestézie a statestézie, jsou obvykle ztraceny současně, jen vzácně je kinestézie izolovaně zachována (Ambler, 2004).

Senzitivní ataxie vzniká při poruše propriocepce. Porucha propriocepce, jejíž percepce probíhá na podvědomé úrovni, není obvykle subjektivně vnímána, nemocný si však může být vědom poruchy motoriky charakteru ataxie končetin a poruchy chůze, zejména za tmy. Při citlivých zkouškách na končetinách (prst-nos, pata-koleno) se tato ataxie zhoršuje či je výlučně přítomna pouze při zavřených očích, při těžším stupni postižení obou dolních končetin není nemocný schopen stoje a chůze při zavřených očích.

Proprioceptivní informace jsou důležité pro rovnováhu, proto při poruše hluboké citlivosti dojde k pohybové inkoordinaci, nejistotě, vrávorání, které se projeví nebo zhoršuje, když chybí zraková korekce a kontrola. K projevům senzitivní ataxie může dojít v kterékoli lokalizaci, kde jsou porušeny proprioceptivní dráhy. Disociované poruchy citlivosti jsou však nejčastěji a nejvíce

vyhraněné na míšní úrovni (syndrom zadních míšních provazců), protože zde dochází k jasnému anatomickému oddělení dvou hlavních aferentních senzitivních systémů. Na rozdíl od ataxie z postižení propiocepce nebo drah zadních provazců se paleocerebelární ataxie nijak podstatně nehorší při zavření očí (Ambler, 2004).

Cévní mozková příhoda

Zhoršení propiocepce na dolních končetinách může přímo ovlivnit rovnováhu a chůzi. U obou skupin pacientů po CMP (s hemiplegií a diplegií) byly na dolních končetinách oboustranně zjištěny poruchy vnímání kloubní pozice. Tento vjem však mohl být zkreslen i přítomnými zrakovými potížemi.

Základní chyby při detekci kloubní pozice byly u obou skupin pacientů ve vnitřní rotaci kyčelního kloubu. Převládající chyby ve vnitřní rotaci možná odrážejí obvyklou muskuloskeletální pozici dolních končetin při CMP, která ve srovnání se zdravými jedinci často zahrnuje zvýšenou vnitřní stehenní torzi a addukci kyčle při stoji a během chůze. Případná abnormální biomechanická poloha, svalová slabost nebo nerovnováha a/nebo vzrůstající svalové napětí související s CMP ovlivňuje propioceptivní vstup. Sekundární svalové změny, související se spasticitou, mohou také v delším časovém horizontu narušit vnímání kloubní pozice, a to zkrácením a ztuhnutím svalové tkáně, posměněním svalově-kloubního „vztahu“ a narušením citlivosti svalových vřetének, která se na propiocepci podílejí (Wingert, 2009).

Artróza a následná implantace totální endoprotézy

Čápková (2008) uvádí, že kloubní receptory informují CNS o poloze v kloubu a její změně, jakož i o rychlosti a směru této změny, stejně jako o strukturách výkonných orgánů pohybu v této oblasti. Tyto propioceptivní aference pak hrají klíčovou roli při budování atitudy v rámci strategie motorického chování a při volbě hybného programu. Mají také specifické facilitační nebo inhibiční vlivy na svaly a v neposlední řadě jsou důležitým zdrojem k udržení představy mozku o tělesném schématu, výkonném orgánu motorických dějů.

Experimenty prováděné v souvislosti s implantacemi kloubních endoprotéz však ukázaly, že totální endoprotéza kloubu jen minimálně ovlivňuje percepci polohy a pohybu kloubu. Celý soubor kloubních receptorů je především systém signalizující krajní – extrémní polohy v kloubu. Pro standardní řízení běžných pohybových aktivit jsou rozhodující receptory svalů v okolí kloubu (Dylevský, 2007).

Podle současných názorů není tedy statestézie a kinestézie výsledkem aktivity kloubních, ale především svalových a částečně také kožních receptorů. Podle některých autorů vzruchy z kloubních receptorů pouze mění úroveň dráždivosti centrálních struktur, které ovlivňují aktivitu svalových receptorů (Petřek, 1995).

Například Ishii et al. (1999) ve své studii srovnával kloubní propiocepci v kyčli u 12ti pacientů s hemiartroplastikou po zlomenině kyčle, u 11 pacientů s totální endoprotézou v důsledku osteoartrózy a u kontrolní skupiny 12ti věkově homogenních pacientů bez klinických potíží. U žádné ze skupin se neprokázal žádný statisticky významný rozdíl v kloubní propiocepci. Při srovnání skupiny s totální endoprotézou a skupiny s hemiartroplastikou nebo zdravou skupinou nebylo zjištěno žádné snížení propiocepce. Více než intrakapsulární komponenty mohou mít tedy vliv na propiocepci v kyčli ostatní faktory, jakými jsou například napínací receptory v přilehlých šlachách a svalech.

Barrett et al. (1991) zkoumal kvalitu statestézie u skupiny normálních jedinců v různém věku, u skupiny pacientů s radiologicky prokázanou osteoartrózou a u skupiny pacientů s totální endoprotézou kolene. U jedinců s normálními koleny byl zjištěn vliv věku na přesnost provedení. Pacienti s osteoartrótickými koleny vykazovali oproti předešlé skupině sníženou přesnost ve vnímání polohy. Pacienti s totální náhradou kolena pak vykazovali větší přesnost interpretace polohy než-li skupina s osteoartrótickými koleny.

Dále tito autoři testovali vliv elastické bandáže na propiocepci. Ta byla aplikována na koleno tak těsně, jak to bylo testovanému pohodlné, za účelem maximalizovat vjem kloubní pozice skrze vjem z kůže. Bylo zjištěno, že díky ní se u všech jedinců s narušenou statestézií signifikantně tento vjem zlepšil. U jedinců, kteří měli dobré vnímání kloubní pozice nebylo zjištěno žádné zdokonalení.

Eferentní výstupy poskytují stabilizaci jednak globálně – skrze posturální stabilitu nebo lokálně – prostřednictvím funkční kloubní stabilizace. Propriocepce tedy nepochybně hraje ve funkční stabilizaci klíčovou roli (Page et al., 2010).

LITERATURA

- AMBLER, Z., BEDNAŘÍK, J., RŮŽIČKA, E. (2004). *Klinická neurologie (část obecná)*, Praha: Triton.
- BARRETT, D.S., COBB, A.G., BENTLEY, G. (1991). Joint proprioception in normal, osteoarthrotic and replaced knees. *The journal of bone & joint surgery*, 73B, 1, 53-56.
- ČÁPOVÁ, J. (2008). *Terapeutický koncept „Bazální programy a podprogramy“*, Ostrava: Repronis.
- ČIHÁK, R. (1997). *Anatomie 3*, Praha: Grada Publishing.
- DIETZ, V., HORSTMANN, G. A., BERGER, W. (1989). Significance of proprioceptive mechanisms in the regulation of stance. In J. H. J. Allum & M. Hulliger (Eds.). *Progress in Brain Research*, 80, 419-423.
- DUNCAN, P. W., WEINER, D. K., CHANDLER, J., STUDENSKI, S. (1990). Functional reach: a new clinical measure of balance. *Journal of gerontology: Medical science*, 45(6), 192-197.
- DYLEVSKÝ, I. (2007). *Obecná kineziologie*. Praha: Grada Publishing.
- GANDAVIA, S. C., BURKE, D. (1992). Does the nervous system depend on kinesthetic information to control natural limb movements? *Behavioral and Brain Science*, 15, 614-632.
- GRIGG, P. (1994). Peripheral neural mechanisms in proprioception. *The Journal of Sport Rehabilitation*, 3, 2-17.
- GROLICHOVÁ, J., MAYER, M., ELFMARK, M. (2000). Některé rovnovážné kontroly vzpřímeného stoje fixací krční páteře – posturografická studie. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 7(4), 149-154.
- HAHN, A. (2004). *Otoneurologie – diagnostika a léčba závratí*. Praha: Grada Publishing.
- HURLEY, M. V. (1997). The effects of joint damage on muscle function, proprioception and rehabilitation. *Manual Therapy*, 2 (1), 7-11.
- ISHII, Y., TOJO, T., TERAJIMA, K., TERASHIMA, S., BECHTOLD, J. E. (1999). Intracapsular components do not change hip proprioception. *The journal of bone & joint surgery*, 81, 2, 345-348.
- ISHII Y., ROBERTSON, R. (2000). Joint proprioception in the elderly with and without hip fracture. *Journal of Orthopaedic Trauma*, 14, 542-545.
- KRÁLÍČEK, P. (1995). *Úvod do speciální neurofyzologie [učební texty]*. Praha: Karolinum.
- LEE, H. M., LIAU, J. J., CHENG, C. K., TAN, C. M., SHIH, J.T. (2003). Evaluation of shoulder proprioception following muscle fatigue. *Clinical Biomechanics*, 18, (9), 843-847.
- LORD, S., CAPLAN, G., WARD, J. (1993). Balance, reaction time and muscle strenght in exercising and non-exercising older women: a pilot study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 74, 837-83.
- MARKS, R., QUINNEY, H. A., WESSEL, J. (1993). Proprioceptive sensibility in women with normal and osteoarthrotic knee joints. *Clinical rheumatology*, 12, 170-175.

- MAURER, C., MERGNER, T., BOLHA, B., HLAVACKA, F. (2000). Vestibular, visual and somatosensory contributions to human control of upright stance. *Neuroscience Letters*, 281, 99-102.
- MENDELSON M. E., OVEREND, T. J., PETRELLA R. J. (2004). Effect of rehabilitation on hip and knee proprioception in older adults after hip fracture: a pilot study. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 83, 8, 624-632.
- MYERS, J. B., GUSKIEWICZ, K. M., SCHNEIDER, R. A., PRENTICE, W.E. (1999). Proprioception and neuromuscular control of the shoulder after muscle fatigue. *The Journal of athletic training*, 34, (4), 362-367.
- NASHNER, L. M., Mc COLLUM, G. (1985). The organization of human postural movements: a formal basis and experimental synthesis. *The Behavioral and Brain Science*, 8(1), 135-172.
- PAGE, P., FRANK, C. C., LARDNER, R. (2010). *Assesment and treatment of muscle imbalance* (the Janda approach), Human Kinetics.
- PETRELLA, R.J., LATTANZIO, P. J., NELSON, M.G. (1997). Effect of age and activity on knee joint proprioception. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 76, 235-241.
- PETŘEK, J. (1995). *Základy neurofyziologie*, Olomouc.
- PICKARD, CH. M., SULLIVAN, P. E., ALLISON, G. T., SINGER, K. P. (2003). Is there a difference in hip joint position sense between young and older Groups? *Journal of Gerontology: Medical science*, 58A, 7, 631-635.
- SKINNER, H. B. (1993). Pathokinesiology and total joint arthroplasty. *Clin Orthop.*, 288, 78-86.
- TROPP, H. (2002). Commentary: Functional ankle instability revisited. *Journal of Athletic Training*, 37 (4), 512-515.
- VÉLE, F. (1997). *Kineziologie pro klinickou praxi*. Praha: Grada Publishing.
- VÉLE, F. (2006). *Kineziologie*, Praha: Triton.
- VUILLERME, N., ANZIANI, B., ROUGIER, P. (2007). Trunk extensor muscles fatigue affects undisturbed postural control in young healthy adults. *Clinical Biomechanics*, 22 (5), 489-494.
- WINGERT, J. S., BURTON, H., SICLAIR, R. J., BRUNSTROM, J. E., DAMIANO, D. L. (2009). Joint-Position Sense and Kinesthesia in Cerebral Palsy. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 90, 447-453.
- WINTER, D. A. (1995). Human balance and postural control during standing and walking. *Gait & Posture*, 3, 193-214.
- WOJTYS, E. M., HUSTON, L. J. (1994). Neuromuscular performance in normal and anterior cruciate ligament-deficient lower extremities. *The American Journal of Sports Medicine*, 1, 89-104.