FUNKČNÍ STAV PLETENCE RAMENNÍHO U HRÁČŮ HÁZENÉ

FUNCTIONAL CONDITION OF THE SHOULDER JOINT IN HANDBALL PLAYERS

I. Hereitová,¹ & T. Nejdí²

¹Univerzita Palackého v Olomouci, Lékařská fakulta

²Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta zdravotnických studií

Abstract

Painful conditions of the shoulder joint of handball players are a frequent cause of the end of a player's career. The shoulder joint is extremely susceptible to damage during early sports specialization. The cause is greater variability of movement together with repeated unilateral strain during the throw. The aim of the study is to monitor the functional changes of the shoulder girdle of handball player in particular age groups. The examination was performed by a comprehensive kinesiological analysis with an effort for differential diagnostics to find the so-called key area. In addition, selected orthopaedic tests for the shoulder girdle area were used, followed by testing in closed kinematic chains. In a group of handball players aged 12 to 15 years, defective posture was found with a typical throwing posture with hypermobility. In the group of players aged 16 to 19, the functional changes of the throwing position were highlighted. Handball players over the age of 20 showed a significant reduction in the internal rotation of the cast upper limb associated with an increase in the external rotation of the same limb.

Keywords: shoulder joint; kinesiology of throwing; clinical tests; handball

Souhrn

Bolestivé stavy ramenního kloubu házenkářů jsou častou příčinou ukončení hráčské kariéry. Ramenní kloub je během časně sportovní specializace extrémně náchylný k poškození. Příčinou je větší variabilita pohybu společně s opakovanou jednostrannou zátěží během hodů. Cílem studie je sledování funkčních změn ramenního pletence v jednotlivých věkových skupinách u hráčů házené. Vyšetření probíhalo komplexním kineziologickým rozбором se snahou o diferenciální diagnostiku k nalezení tzv. klíčové oblasti. Dále byly použity vybrané ortopedické testy na oblast ramenního pletence a následovalo testování v uzavřených kinematických řetězcích. U skupiny házenkářů ve věku od 12 do 15 let bylo nalezeno vadné držení těla s typickým odhodovým postavením těla s výskytem hypermobility. U skupiny hráčů ve věku od 16 do 19 let se zvýraznily funkční změny odhodového postavení. Házenkáři nad 20 let již vykazovali výrazné omezení vnitřní rotace odhodové horní končetiny spojené se zvětšením zevní rotace téže končetiny.

Klíčová slova: ramenní kloub; kineziologie hodů; klinické testy; házená

Úvod

Házená je dynamický, rychlý a fyzicky náročný sport s enormními nároky na ramenní pletenec každého hráče. Zejména různorodé pozice a generování velké dynamické síly při hodu dělají z házené riskantní sport pro vznik poranění v oblasti ramenního pletence (Dillman, Fleisig, & Andrews, 1993). Incidence poranění, která jsou způsobena především nadměrným zatěžováním, je v handballu poměrně vysoká. Clarsen, Bahr, Heymans, Engedahl, Midtsundstad, Rosenlund, Thorsen, a Myklebust (2015) uvádí průměrnou prevalenci až 22 %. U házenkářů na vysoké úrovni byl výskyt stanoven na 0,6–2,4 zranění / 1 000 tréninkových hodin a 13,3–108 / 1 000 herních hodin (Langevoort, Myklebust, Dvorak, & Junge, 2007).

Glenohumerální kloub je považován za nejpohyblivější a nejnestabilnější kloub lidského těla, a to hlavně kvůli částečnému překrytí hlavičky humeru glenoidální jamkou lopatky. Díky této anatomické stavbě proto dochází k instabilitě v různých směrech. Jelikož glenohumerální kloub neřadíme mezi nosné klouby, další poškození a bolestivost vzniká právě v důsledku nadměrného přetěžování a nadužívání (Gross & Fetto, 2005).

Ramenní pletenec je opakovaně vystavován jednostranné odhodové zátěži s dosažením rychlosti až 7000°/sec, kdy celý akt trvá pouze okolo 2 sekund. Hráč házené provede za sezónu více jak 48 000 hodů. Tento pohyb klade vysoké nároky na dynamické a statické stabilizátory pohybu. Ovšem důležitá není jen oblast ramene, ale celý funkční řetězec, který se hodu účastní. Síla generována od dolních končetin se přenáší přes trup na horní končetinu až k balonu. Během hodu jde v podstatě o stabilizaci těla zajištěnou aktivitou mezi zadním a předním funkčním řetězcem (Meister, 2017; Myers, 2009; Jancosco & Kazanjian, 2015; Chu, Jayabalan, Kibler, & Press, 2016). Dle Véleho (2006) nadměrné přetěžování vede nejen k bolestivosti, ale dochází i ke vzniku či prohloubení svalových dysbalancí, což má za následek změny pohybových programů, následně i změny pohybových stereotypů a v neposlední řadě i zhoršení ekonomického provedení pohybu.

Časná diagnostika funkčních poruch je tedy důležitá právě pro prevenci ireverzibilních strukturálních změn. Pochopení biomechaniky a kinematiky hodu je hlavním předpokladem k časně diagnostice, léčení a předcházení jejich vzniku (Reeser, Verhagen, Briner, Askeland, & Bahr, 2006; Grabara, 2014).

Hod je rozdělen na šest fází, kdy za vyzdvížení stojí fáze natahování paže (Arm-cocking phase) začínající kontaktem nohy se zemí a končí maximem zevní rotace v ramenním kloubu. Dochází tak k natažení přední části kloubního pouzdra a labra. Trup během této fáze rotuje dopředu a na horní končetinu přenáší zatížení přibližně 80% váhy těla, které vzniká společnou rotací paže s trupem (Escamilla & Andrews, 2009; Chu et al., 2016). Fáze zrychlování paže (Arm-acceleration phase) začíná dosažením maximální zevní rotace a končí uvolněním míče. V době akcelerace dochází ke zmenšování zevní rotace. Aktivní jsou všechny svaly ramenního pletence. Hlavní strukturou ve fázi hodu jsou stabilizátory ramenního kloubu, tedy svaly rotátorové manžety. V decentraci se následně zvětšuje vnitřní rotace ramenního kloubu, při níž je nejvíce zatěžováno zadní pouzdro (Escamilla & Andrews, 2009; Wagner & Pfustersmied, 2011).

V dnešní době se kladou velmi vysoké nároky na sportovní výkon již od kategorií mladších žáků. Důsledkem vysoké intenzity při tréninkové jednotce dochází k přetížení pohybového aparátu. Vrhačské rameno, které je typické pro sporty vykonávající pohyby horní končetiny nad horizontálou (overhead) se projevuje bolestivostí ramene, nedostatečnou rychlostí a přesností při hodu. S přihlédnutím na vysokou variabilitu pohybu a jednostranné odhodové zátěže je pletenec ramenní extrémně náchylný k poškození. Kapsulární laxicita, deficit glenohumerální vnitřní rotace a humerální retrotorze jsou jedny z aspektů, které mohou přispět k bolestivosti a dysfunkci ramene. Mezi významné patologické stavy spojené s častým odhodovým mechanismem patří vnitřní impingement syndrom, SLAP léze, glenohumerální instabilita, GIRD, léze labra a mikrotraumatizace rotátorové manžety (Bayios, 2001; Jost, 2005; Reuther, Thomas, & Evans, 2013).

Cílem této studie je sledování funkčních bolestivých stavů a strukturálních změn ramenního pletence vznikajících u hráčů házené. Zároveň pozorujeme významné funkční změny vzniklé opakovaným stereotypem hodu převážně ve strukturách tvořících rotační pohyb ramenního kloubu.

Metodika

Tato studie je kvalitativním výzkumem a jedná o quasi-experiment (kvaziexperiment). Nedochází k randomizovanému výběru, ale k cílenému výběru testovaného vzorku. Výsledky mají menší interní validitu. Studie byla realizována v roce 2019/2020.

Charakteristika sledovaného souboru

Pro výzkum byli vybráni házenkáři z házenkářských klubů HBC Strakonice 1921 a Talent MAT Plzeň. Byli rozřazeni do tří věkových skupin. První skupina hodnocených byla ve věku 12–15 let, druhá skupina ve věku 16–19 let charakterizována přechodem z juniorské do seniorské kategorie. Třetí skupinu tvořili házenkáři mezi 20–35 lety. Z každé věkové skupiny byla vybrána kontrolní skupina 10 sportovců bez ohledu na předchozí zranění. Vybraní probandi podepsali informovaný souhlas.

Měřicí procedury

Házenkáři byli testováni za standardních podmínek, tedy ve vnitřních prostorách sportovního areálu, v němž jsou zvyklí trénovat. Testování bylo prováděno před rozcvičením v čase tréninku od 15:00 do 18:00. Komplexní kineziologický rozbor byl prováděn na základě biomechaniky fáze zrychlování paže a fáze natahování paže. Testování obsahovalo aspekční vyšetření sportovce ve stoji zepředu, zezadu a z boku. Pro závěrečné zhodnocení držení těla byla použita metoda hodnocení držení těla dle Jaroše a Lomíčka. Následovala palpce claviculy, sternoclaviculárního skloubení, acromioclaviculárního skloubení, burzy subdeltoidea a subacromialis, rotátorové manžety (m. supraspinatus, m. infraspinatus, m. teres minor, m. subscapularis), m. biceps brachii, m. deltoideus, m. trapezius, m. pectoralis major, m. latissimus dorsi a m. serratus anterior. V další fázi jsme hodnotili hypermobilitu dle Jandy a vyšetření zkrácených svalů dle Jandy se zaměřením na pletenec ramenní. Byly využity klinické testy tj. impingement test, test útlaku šlachy m. supraspinatus, test podle Neera a Welshe, vyšetření tendinitis – m. supraspinatus (Supraspinatus tendinitis test, Apley Scratch test, Hawkins Kennedy Impingement test, Neer impingement sign, test dle Jobeho a Moynese), vyšetření bicipital tendinitis (Speed's test, Lippmann's test, Gilchrest's sign), vyšetření Biceps Tendon Instability (Yergason's test, Abbott–Saunders test), vyšetření burzitis (Dawbarn's test), vyšetření Anterior Shoulder Instability (Anterior Drawer test, Anterior apprehension test, Rockwood test, Rowe test), vyšetření Posterior Shoulder Instability (Posterior apprehension test, Norwood stress test) vyšetření Multidirectional Shoulder Instability (Fegagin test, Sulcus sign, Anterior slide test) a vyšetření Thoracic outlet syndromu (Adson's test, Wright's test). Na závěr byly využity testy v uzavřených kinematických řetězcích v zátěžových pozicích bočního planku s rotací a pozice na čtyřech. Hodnocení bolesti během jednotlivých vyšetření bylo prováděno dle Vizualní analogové škály bolesti. Z nasbíraných dat komplexního kineziologického rozboru byly vybrány pouze funkční změny s výskytem u 3 a více probandů (z 10 testovaných).

Výsledky

U házenkářů ve věku 12–15 let (graf 1) se vyskytovalo klidové držení dominantní HK v zevní rotaci a protrakci. U nedominantní HK byla pozorována protrakce a elevace. U poloviny vyšetřovaných byla nalezena hypermobilita na dominantní HK při zkoušce založených paží. Dle metody hodnocení držení těla podle Jaroše a Lomíčka z výsledků vyplývá, že u jedinců 12–15 let můžeme potvrdit vadné držení těla. U všech 10 testovaných sledujeme odstávání lopatek, asymetrie v postavení lopatek a nestejnou výšku ramen. Hypotonické fixátory lopatek spojené s odstáváním lopatek byly viditelné i v pozici na čtyřech a v pozici bočního planku s rotací.

Graf 1./ Graph 1.

Četnost výskytu funkčních změn u házenkářů ve věku 12–15 let./ Frequency of functional changes in handball players aged 12–15 years.

V kontrolní skupině házenkářů ve věku 16 až 19 let se objevuje protrakční držení ramen, která jsou v asymetrické elevaci spolu se zevně rotačním postavením dominantní HK. Nejvíce zatěžovanou strukturou dle vyšetření svalového hypertonu vyšel musculus trapezius pars descendens dominantní HK, a to u všech 10 testovaných s průměrným hodnocením bolesti 2,2. Tj. koreluje s častým výskytem elevace ramene. Stejně tomu je u výsledků svalového hypertonu m. deltoideus (pouze v zadní části) u šesti probandů s průměrným hodnocením bolesti 0,9. Ze svalů rotátorové manžety (graf 2) byl u šesti vyšetřovaných nalezen svalový hypertonus m. supraspinatus a m. infraspinatus taktéž u šesti jedinců. Oba tyto svaly byly průměrně hodnoceny na škále bolesti 1,4.

U házenkářů starších 20 let se vyskytuje omezení vnitřní rotace dominantní HK u všech jedinců kontrolní skupiny. Byl potvrzen fenomén zvětšené zevní rotace ramenního kloubu dominantní HK při testu založených paží. Zároveň v oblasti m. supraspinatus a m. infraspinatus se zvýšil svalový hypertonus v bolestivosti na 1,6 společně s ostatními uváděnými svaly (graf 2). Na základě výsledků můžeme konstatovat, že u overhead sportovců starších 20 let jsou nejvíce postiženy svaly vykonávající abdukci a zevní rotaci v ramenním kloubu na dominantní HK.

*omezení vnitřní rotace (Apley Scratch test) / reduced range of motion of internal rotation

**založené paže – větší rozsah zevní rotace / arm establishment – range of motion external rotation

Graf 2./ Graph 2.

Četnost výskytu svalového hypertonu a funkčních změn u skupiny házenkářů ve věku 16–19 let a starších 20 let. / Frequency of muscle hypertension and functional changes in a group of handball players aged 16–19 years and older than 20 years.

Diskuze

Dle našich výsledků Grabara (2014) udává, že mezi typické funkčních změny u házenkářů adolescentního věku patří asymetrické postavení lopatek, které se projevuje elevací a protrakcí ramene. Popisuje také klidové postavení odhodové paže v zevní rotaci. Asymetrické držení lopatky je spojeno s dysbalancemi spojenými s horním zkříženým syndromem. Pozorujeme hlavně přetížení m. pectoralis major a m. trapezius pars descendens a oslabení dolních fixátorů lopatek především m. serratus anterior. Ribeiro a Pascoal (2013) dospěli k závěru, že určitý stupeň skapulární asymetrie by neměl být automaticky považován za patologický znak, ale spíše za adaptaci na sportovní praxi a rozsáhlé používání odhodové horní končetiny. Tématem adaptace pohybových stereotypů u dětí a dospívajících se zabývali Kučera a Dylevský (1999), kteří uvádí, že u těchto věkových skupin probíhá adaptace všech pohybů rychleji, tudíž u nich můžeme pozorovat i rychlejší návyk na pohyb nefyziologický a neekonomický.

Dle výsledků pozitivní zkoušky založených paží, přítomnost lokální patologické hypermobility je chápána jako ztráta dynamické stabilizace glenohumerálního kloubu nebo opět jako kompenzace odhodového mechanismu (Satrapová & Nováková, 2012).

U házenkářů ve věku 16–19 let a u starších 20 let se objevuje hypertonus v oblasti m. infraspinatus, m. teres minor, m. subscapularis, m. latissimus dorsi. Dochází k dysbalanci v oblasti svalů rotátorové manžety především dominantního ramene. Mezi vnitřní rizikové faktory poranění ramenního pletence u házenkářů patří slabost nebo nerovnováha svalů rotátorové manžety. Primární rolí svalů rotátorové manžety je dynamická stabilita hlavice humeru během aktivních pohybů horních končetin. Pokud nejsou optimálně vyvážené, dochází k abnormální glenohumerální mechanice. Navíc pokud předpokládáme slabost vnitřních rotátorů ramene, může se při akcelerovaném pohybu během hodů zvyšovat riziko traumatického poranění (Van Mechelen, Hlobil, & Kemper, 1992; Reeser et al., 2006; Edouard, Degache, Oullion, Plessis, Gleizes-Cervena, & Calmels, 2013; Wang & Cochrane, 2001).

U házenkářů starších 20 let se setkáváme se změnami ve strukturách tvořících rotační pohyb. Tento jev byl patrný již u mladší testované skupiny. S přibývajícím věkem se pravděpodobně vlivem četnosti provedení odhodových mechanismů výskyt patologie umocnil. Výzkum nastiňuje adaptační mechanismy vytvořené na muskuloskeletálním aparátu během cyklického opakování akcelerační a decelerační fáze hodů (Edouard et al., 2013). Přednostně se navodí adaptační změny na úrovni svalové aktivity raději než změny ve standardní organizaci svalové koordinace (svalových synergií) (Turpin, Guével, Durand, & Hug, 2011).

Myklebust et al. (2011) uvádějí, že zejména dynamika, repetitivní povaha a vysoké úhlové rychlosti hodů, vedou k rozvoji adaptivních změn v ramenním kloubu. Dochází ke zvýšení síly a rozsahu zevní rotace a omezení rotace vnitřní (Escamilla & Andrews, 2009; Braun, Kokmeyer, & Millett, 2009). Což potvrzují i naše výsledky u házenkářů nad 20 let.

Rada autorů uvádí, že tyto změny vznikají z důvodu sraštění zadní části kloubního pouzdra a posteriorního pruhu lig. glenohumerales inferior (Bach & Goldberg, 2006). Toto tvrzení potvrzuje Thomas et al. (2011) a dodává, že vlivem overhead aktivity dochází u dominantního ramene ke zvětšení tloušťky zadní části kloubního pouzdra oproti nedominantní horní končetině. Astolfi, Struminger, Royer, Kaminski a Swanik (2015) sledovali regionální změny v oblasti ramenního pletence u overhead sportovců. Bylo patrné zvětšení zevní rotace a retrotorze humeru, zvětšení tloušťky zadní části pouzdra a omezení vnitřní rotace. Poukázali na korelaci mezi věkem testovaných probandů a rozsahem rotací ramenního kloubu. U mladších jedinců byl naměřen větší rozsah vnitřní rotace než u starších. Meister (2017) dodává, že vnitřní rotace ramenního pletence u dominantní HK je zmenšena výrazněji a to z 39° v osmi letech na 21,3° v 16 letech.

Nicméně dalším možným mechanismem vzniku by mohly být také kostní změny, které vedou k retroverzi hlavice humeru. Nynější studie předpokládají, že právě tyto změny způsobují snížení pevnosti ligament a přední části kloubního pouzdra u házenkářské paže. To v konečném důsledku vede k častému rozvoji impingement syndromu, SLAP lézí a anteriorní instabilitě ramenního kloubu (Borsa, Wilk, Jacobson, Scibek, Dover, & Reinold, 2005; Crockett, Gross, Wilk, Schwartz, Dugas, & Meister, 2002; Sabick, Kim, Torry, Keirns, & Hawkins, 2005).

Limitujícím faktorem studie může být fakt, že vyšetření probíhalo komplexním kineziologickým rozбором se subjektivním hodnocením vyšetřujícího. Avšak kineziologický rozbor je základní diagnostický prostředek fyzioterapie. Není pouze izolovaným zhodnocením funkční patologie v oblasti nervosvalového systému. Zahrnuje komplexní posouzení pomocí aspekce, palpce, které musí být často doplněno o další, specializovaná vyšetření. Na základě kineziologického rozboru je pak terapeut schopen provést základní diferenciálně diagnostickou rozvalu a zahájit adekvátní léčbu (Jancosco et al., 2015; Poděbradská, 2018).

Závěr

Funkční poruchy často způsobuje nepřiměřená zátěž spolu se snížením autoreparačních schopností. Diagnostika manifestací reflexních změn v pohybovém systému odhalila řadu etiologických faktorů na klinickém vyjádření obtíží pacienta. Vadné držení těla společně s hypermobilitou připravuje podmínky pro tvorbu patologických řetězců, které zasahují do posturálně lokomoční funkce spolu s řízením. Pokud není stres během repetitivních pohybů ramenního pletence kompenzován, struktura se funkčně adaptuje i za cenu výběru neekonomické cesty. Nastává circulus vitiosus. Jednostranné zatížení v mladém věku přispívá při nedostatečné kompenzaci ke vzniku zdravotních komplikací určující nejen budoucí kariéru hráče, ale také omezení kvality života. Je proto velice důležité, aby se s kompenzačními cviky a korekcí vadného držení těla začínalo již v brzkém sportovním věku. Potřebným zásahem z řad

trenérů, fyzioterapeutů a dalších odborníků realizačního týmu by mělo být vytvoření tréninkového plánu založeného na kineziologických a biomechanických principech samotného hodu. Vysokou preventivní hodnotu během tréninku házenkářů má především motorické učení hodu bez patologických synkinezí během multisenzorické integrace a variability prostředí, dynamická stabilizace lopatek, aktivace hlubokého stabilizačního systému dle vývojové kineziologie a posilování zevních rotátorů v excentrickém módu. Samotný stretching v maximálním abdukčním a zevně rotačním odhodovým postavením paže není šťastnou volbou.

Literatura

- Astolfi, M., Struminger, A. H., Royer, T. D., Kaminski T. W., & Swanik C. B. (2015). Adaptation of the Shoulder to Overhead Throwing in Youth Athletes. *Journal of Athletic Training*, 50(7), 726–732.
- Bach, H. G., & Goldberg, B. A. (2006). Posterior capsular contracture of the shoulder. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 14, 265–277.
- Bayios, I., Anastasopoulou, E. M., Sioudris, D. S., & Boudolos, K. D. (2001). Relationship between isokinetic strenght of the internal and external shoulder rotators and ball velocity in team handball. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 41(2), 229–235.
- Borsa, P. A., Wilk, K. E., Jacobson, J. A., Scibek, J. S., Dover, G. C., & Reinold, M. M. 2005. Correlation of range of motion and glenohumeral translation in professional baseball pitchers. *American Journal of Sports Medicine*, 33, 1392–1399.
- Braun, S., Kokmeyer, D., & Millett, P. J. (2009). Shoulder Injuries in the Throwing Athlete. *The Journal of Bone and Joint Surgery-American Volume*, 91(4), 966–978.
- Clarsen, B., Bahr, R., Heymans, M. W., Engedahl, M., Midtsundstadt, G., Rosenlund, L., Thorsen, G., & Myklebust, G. (2015). The prevalence and impact of overuse injuries in five Norwegian sports: Application of a new surveillance method. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 25(3), 323–330.
- Crockett, H. C., Gross, L. B., Wilk, K. E., Schwartz, M. L., Dugas, L. R., & Meister, K. (2002). Osseous adaptation and range of motion at the glenohumeral joint in professional baseball pitchers. *American Journal of Sports Medicine*, 30, 20–26.
- Dillman, Ch. J., Fleisig, G. S., & Andrews, J. R. (1993). Biomechanics of Pitching With Emphasis Upon Shoulder Kinematics. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 18(2), 402–408.
- Edouard, P., Degache, F., Oullion, R., Plessis, J. Y., Gleizes-Cervena, S., & Calmels, P. (2013). Shoulder Strength Imbalances as Injury Risk in Handball. *International Journal of Sports Medicine*, 34(7), 654–660.
- Escamilla, R. F., & Andrews, J. R. (2009). Shoulder Muscle Recruitment Patterns and Related Biomechanics during Upper Extremity Sports. *Sports Medicine*, 39(7), 569–590.
- Grabara, M. A. (2014). Comparison of the posture between young female handball players and non-training peers. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 27(1), 85–92.
- Gross, J. M., & Fetto, J. (2005). *Vyšetření pohybového aparátu*. Praha: Triton.
- Chu, S., Jayabalan, P., Kibler, W. B., & Press, J. (2016). The Kinetic Chain Revisited: New Concepts on Throwing Mechanics and Injury. *Physical Medicine and Rehabilitation*, 8(3), 69–77.
- Jancosco, J., & Kazanjian, J. E. (2015). Shoulder Injuries in the Throwing Athlete. *The Physician and Sports medicine*, 40(1), 84–90.
- Jost, B. (2005). MRI findings in throwing shoulders: abnormalities in professional handball players. *Clinical orthopaedics and related research*, 434, 130–137.
- Kučera, M., & Dylevský I. (1999). *Sportovní medicína*. Praha: Grada.
- Langevoort, G., Myklebust, G., Dvorak, J., & Junge, A. (2007). Handball injuries during major international tournaments. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 17, 400–407.
- Meister, K. (2017). Injuries to the Shoulder in the Throwing Athlete. *The American Journal of Sports Medicine*, 28(2), 265–275.
- Myers, T. W. (2009). *Anatomy trains: myofascial meridians for manual and movement therapists*. New York: Elsevier.

- Nazarian, L. N. (2011). A Bilateral Comparison of Posterior Capsule Thickness and its correlation with Glenohumeral Range of Motion and Scapular Upward Rotation in Collegiate Baseball Players. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 20(5), 708–716.
- Poděbradská, R. (2018). *Komplexní kineziologický rozbor: funkční poruchy pohybového systému*. Praha: Grada Publishing.
- Reeser, J. C., Verhagen, E., Briner, W. W., Askeland, T. I., & Bahr, R. (2006) Strategies for the prevention of volleyball related injuries. *British Journal of Sports Medicine*, 40(7), 594–600.
- Reuther, K. E., Thomas, S. J., & Evans, E. F. (2013). Returning to Overuse Activity Following a Supraspinatus and Infraspinatus Tear Leads to Joint Damage an a Rat Model. *Journal of Biomechanics*, 46(11), 1818–1824.
- Ribeiro A., & Pascoal A. G. (2013). Resting scapular posture in healthy overhead throwing athletes. *Manual Therapy*, 18(6), 547–550.
- Satrapová, L., & Nováková, T. (2012). Hypermobilita ve sportu. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 19(4), 199–202.
- Sabick, M. B., Kim, Y. K., Torry, M. R., Keirns, M. A., & Hawkins, R. J. (2005). Biomechanics of the shoulder in youth baseball pitchers: implications for the development of proximal humeral epiphysiolysis and humeral retrotorsion. *American Journal of Sports Medicine*, 33, 1716–1722.
- Thomas, S. J., Swanik, Ch., Higinson, J. S., Kaminski, T. W., Swanik K. A., Bartolozzi A. R., . . . Hug, F. (2011). Fatigue-related adaptations in muscle coordination during a cyclic exercise in humans. *The Journal of Experimental Biology*, 214, 3305–3314.
- Van Mechelen, W., Hlobil, H., & Kemper, H. C. (1992). Incidence, severity, aetiology and prevention of sports injuries. *Sports Medicine*, 14(2), 82–99.
- Véle, F. (2006). *Kineziologie. Přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*. Praha: Triton.
- Wang, H. K., & Cochrane, T. (2001). Mobility impairment, muscle imbalance, muscle weakness, scapular asymmetry and shoulder injury in elite volleyball athletes. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 41(3), 403–410.
- Wagner, H., & Pfustersmied, J. (2011). Performance and kinematics of various throwing techniques in team-handball. *Journal of Sports Science and Medicine*, 10(1), 73–80.

Mgr. Iva Hereitová
Západočeská univerzita v Plzni
Fakulta zdravotnických studií
Husova 664/11
301 00 Plzeň
ivlckova@kfe.zcu.cz