

KOMPENZÁCIA FUNKČNÝCH PORÚCH HORNÝCH KONČATÍN HRÁČOK CROSSMINTONU DIAGNOSTIKOVANÝCH TENZIOMYOGRAFIU

Autori: T.Lukáčová¹, R. Lenková²

Pracovisko: ¹Katedra hudobnej, výtvarnej a telesnej výchovy, Pedagogická fakulta, Prešovská univerzita v Prešove

²Katedra športovej kinantropológie, Fakulta športu, Prešovská univerzita v Prešove

Súhrn

Východisko: Crossminton ako jednostranne zaťažujúci raketový šport predstavuje pri nedostatočnej kompenzácii rizikový faktor vzniku svalovej nerovnováhy a poškodenia oporno-pohybového systému, hlavne horných končatín. Cieľom výskumu bolo rozšíriť poznatky o možnosti využitia tenziomyografie v diagnostike funkčných porúch horných končatín a preukázať účinnosť kompenzačných cvičení na ich zníženie u hráčov crossmintonu.

Súbor a metódy: Objektom nášho výskumu boli 2 reprezentantky Slovenskej republiky v crossmintone, u ktorých sme aplikovali kompenzačné cvičenia zamerané na funkčné poruchy horných končatín po dobu 8 týždňov (3 x týždenne/30-45 minút). Na diagnostikovanie porúch funkcie horných končatín sme použili prístroj Tenziomyograf TMG-S2.

Výsledky: Kompenzačné cvičenia zamerané na mobilizáciu, posilnenie a natiahnutie svalov viedli k zvýšeniu laterálnej symetrie a funkčného stavu svalstva horných končatín oboch hráčov.

Záver: Tenziomyografiu možno využiť na pravidelný skrining pohybového systému hráčov raketových športov a predísť tak možnému vzniku zranení v oblasti horných končatín. Zároveň odporúčame aplikovať kompenzačné cvičenia v tréningovom procese hráčov crossmintonu ako efektívny spôsob prevencie či odstránenia funkčných porúch horných končatín

Kľúčové slová: raketový šport – diagnostika – rehabilitácia – prevencia – laterálna asymetria

Úvod

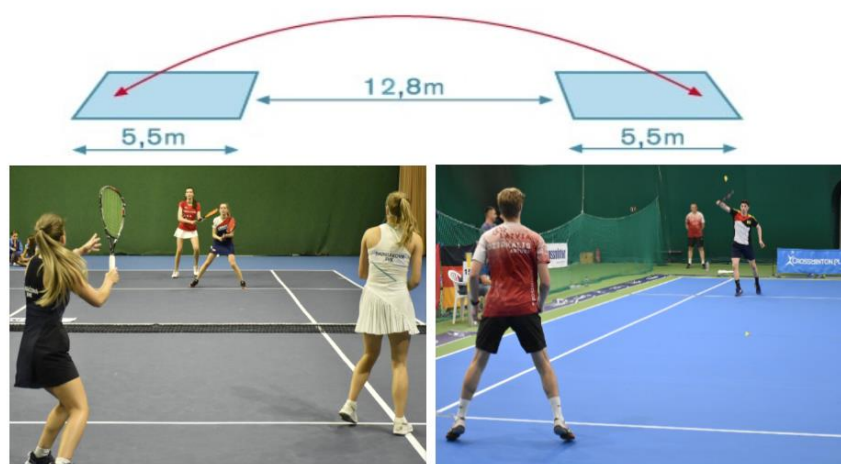
Crossminton vznikol kombináciou viacerých raketových športov, a to tenisu, bedmintonu a squashu (Kačúr, Lukáčová 2021) (Obrázok 1). Patrí medzi jednostranne zaťažujúce športy, a preto je často dominantná horná končatina u hráčov preťažovaná. Asymetriu v raketových športoch demonštruje hlavne dominantná horná končatina, vrátane ramena, laktového kĺbu a predlaktia (Jayanthi, Esser 2013; Sannicandro et al. 2014; Frčová, Psalman 2017; Šrimpf, Filipčič, Filipčič 2019). Prítomnosť svalových dysbalancií je úzko spojená so zvýšeným rizikom úrazov. Dostatočná svalová sila spolu s neobmedzeným rozsahom pohybu pomáha pri prevencii zranení a zvyšuje športový výkon (Ellenbecker, Cools 2010).

Raketové športy, ako napríklad crossminton, sa vyznačujú rozmanitosťou úderov, ktoré sa opakujú vo veľmi malom časovom rozpätí. Práve neustále opakovanie špecifických jednostranných úderov je faktorom determinujúcim vznik svalovej nerovnováhy a poškodenia oporno-pohybového systému, hlavne horných končatín (Courel-Ibáñez, Herrera-Gálvez 2020; Sánchez-Alcaraz et al. 2021). Medzi hlavné faktory vplyvajúce na vznik zranení možno zaradiť nerovnováhu medzi svalovou silou internej a externej rotácie glenohumerálneho kĺbu, zníženú internú rotáciu a celkový rozsah pohybu glenohumerálneho kĺbu (Andersson et al. 2017; Achenbach, Luig 2020; Asker et al. 2020).

Vzhľadom nato, že k spomenutým adaptáciám glenohumerálneho kĺbu dochádza už u adolescentov, hodnotenie daných ukazovateľov je potrebné vykonávať už u mladších hráčov raketových športov, čo

je rozhodujúce pre vedenie a optimalizáciu ich tréningového procesu (Oliver et al. 2020). Ako uvádza Hughes et al. (2018), kľúčovým komponentom prevencii zranení je pravidelný skrining zdravia a neuromuskulárnej funkcie hráčov. Práve v tomto kontexte je TMG považované za efektívny nástroj na zistenie laterálnych asymetrií horných končatín.

Štúdie autorov tvrdia, že pre optimálny výkon hráčov, pre ktorých je typický opakovaný pohyb hornej končatiny nad hlavou, by sme sa mali primárne zamerať na natiiahnutie svalov zadnej časti ramena, kompenzovať svalovú silu agonistov a antagonistov v oblasti ramena a lopatky, poskytnúť dynamickú stabilitu glenohumerálneho kĺbu a aktivovať svaly pletenca ramenného (Guney et al. 2016; Mine et al. 2017; Rose, Noonan 2018). Nedostatočná kompenzácia jednostranného zaťaženia má za následok vznik asymetrií s funkčnou poruchou, ktoré vytvárajú prostredie pre vznik štruktúrnych a funkčných porúch pohybového systému (Vágner 2016). Jednostranné zaťaženie na dominantnej strane, ktoré je výsledkom nedostatočnej kompenzácie, zistili u tenisových hráčov Moc Králová a Chytilová (2019).



Obrázok 1 Rozmery crossmintonového kurtu, štvorhra a dvojhra v crossmintone

Súbor a metódy

Objektom nášho výskumu boli 2 reprezentantky Slovenskej republiky v crossmintone. Ich pozícia vo svetovom rankingu na prvých priečkach v kategórii žien a junioriek do 18 rokov poukazuje na ich vrcholovú úroveň. Obe hráčky majú dominantnú pravú hornú končatinu a doposiaľ nemali žiadne zranenia horných končatín.

V rámci štúdie sme vykonali vstupné meranie, po ukončení pôsobenia kompenzačných cvičení sme ich účinok zistili priebežným meraním a 8 týždňov po ukončení pôsobenia sme vykonali výstupné meranie, ktorým sme zisťovali výskyt reverzibilných zmien. Samotná diagnostika pozostávala z merania somatických charakteristík a tenziomyografie. Na zistenie telesnej výšky sme použili prenosný stadiometer SECA 217 (Medical Measuring Systems and Scales, Hamburg, Germany). Prostredníctvom prístroja InBody 720 (Biospace Co., Ltd., Soul, Kórea) sme vykonali segmentálnu multifrekvenčnú bioelektrickú impedančnú analýzu, ktorou sme zistili telesnú hmotnosť, kostrovú svalovú a telesnú tukovú hmotu.

Na diagnostikovanie porúch funkcie horných končatín sme použili prístroj Tensiomyograf TMG-S2 vďaka projektu 622594-EPP-1-2020-1-SK-SPO-SCP "Physical activity-related injuries prevention in adolescents (PARIPRE)" spolufinancovaného Európskou výkonnou agentúrou pre vzdelávanie a kultúru (EACEA) v rámci programu ERASMUS+ Sport: Collaborative Partnerships. Princíp tejto metódy spočíva v meraní radiálneho zväčšenia svalového bruška jedného svalu, ku ktorému dochádza pri izometrickej kontrakcii po stimulácii krátkym (1 ms) elektrickým impulzom (Žagar, Križaj 2005). Tenziomyografické zariadenie sa skladá z počítačovej jednotky, generátora elektrického prúdu s manuálne nastaviteľnou intenzitou, 2 samolepiacich elektród a senzoru, ktorý je tvorený kovovou pohyblivou tyčinkou. Do stredu svalového bruška boli asi vo vzdialenosti 5 cm umiestnené 2 samolepiace elektródy, anóda proximálne a katóda distálne. V polovici vzdialenosti elektród bol

umiestnený senzor tak, aby tyčinka senzoru bola mierne zanorená do kože a svaloviny kolmo na priebeh svalových vlákien (Križaj, Šimunič, Žagar 2008). Diagnostika pomocou TMG bola vykonaná na základe vygenerovaného elektrického impulzu s dĺžkou 1 ms elektrostimulátorom (EMF-FURLAN & Co. d.o.o., Ljubljana, Slovinsko). Počiatočná intenzita elektrického impulzu bola 20 mA, ktorý spôsobil izometrickú kontrakciu stimulovaného svalu. Senzor tenziomyografu zachytil radiálnu zmenu veľkosti svalového bruška v závislosti na čase. Stimulácia svalu bola opakovaná, pričom sa intenzita elektrického impulzu zvyšovala po 20 mA (maximálna hodnota intenzity je 110 mA), pokiaľ nebola nájdená maximálna odozva svalu. Medzi jednotlivými elektrickými impulzmi bola pauza 10 s, aby nedošlo k skresleniu výsledkov z hľadiska svalovej únavy. Pod vedením fyzioterapeutky bolo tenziomyografiou diagnostikovaných 8 svalov bilaterálne v nasledujúcom poradí: m. deltoideus anterior, m. deltoideus posterior, m. pectoralis major, m. biceps brachii, m. triceps brachii, m. brachioradialis, m. extensor digitorum, m. flexor digitorum. Parametre, ktoré sme z TMG analyzovali boli maximálna amplitúda svalovej kontrakcie (Dm) a čas kontrakcie (Tc).

Frekvencia kompenzačných cvičení bola 3x týždenne po dobu 8 týždňov. Každá cvičebná jednotka trvala 30-45 minút. Obsahom cvičebnej jednotky boli mobilizačné cvičenia na zväčšenie mobility glenohumerálneho kĺbu (počet cvičení: 5, počet opakovaní: bilaterálne 10 opakovaní), posilňovacie cvičenia na posilnenie oslabených svalov ramena (počet cvičení: 6-8, počet sérii: 2-3, počet opakovaní: bilaterálne 10-15 opakovaní) a natáhovacie cvičenia na natiahnutie skrátenejších svalov ramena (počet cvičení: 9, cvičebný čas: bilaterálne 20 sekúnd). V cvičebnej jednotke sme využili pomôcky- expandre rôzneho odporu, jednoručné činky, medicínabaly (Obrázok 2).



Obrázok 2 Ukážka cvičení z intervenčného pohybového programu

Údaje sme vyhodnocovali vzhľadom na nízky počet probandov intraindividuálne. Štatistickú významnosť zmien medzi jednotlivými meraniami sme realizovali pre každú probandku jednotlivo prostredníctvom Tukeyovho testu. Významnosť rozdielov sme posudzovali na hladine štatistickej významnosti $p < 0,05$.

Cieľ

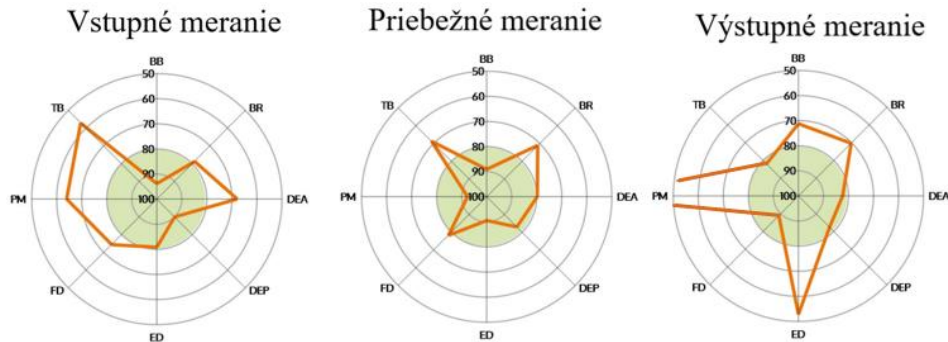
Cieľom výskumu bolo rozšíriť poznatky o možnosti využitia tenziomyografie v diagnostike funkčných porúch horných končatín a preukázať účinnosť kompenzačných cvičení na ich zníženie u hráčov crossmintonu.

Výsledky

Kazuistika – probandka 1

Probandka 1 je hráčka, ktorá sa venuje crossmintonu 8 rokov a jej kalendárny vek je 19 rokov. Jej telesná hmotnosť je 58,4 kg a telesná výška 165cm. Kostrová svalová hmota predstavovala 24,1 kg a telesná tuková hmota 14,7kg. Reprezentuje Slovenskú republiku v kategórii ženy.

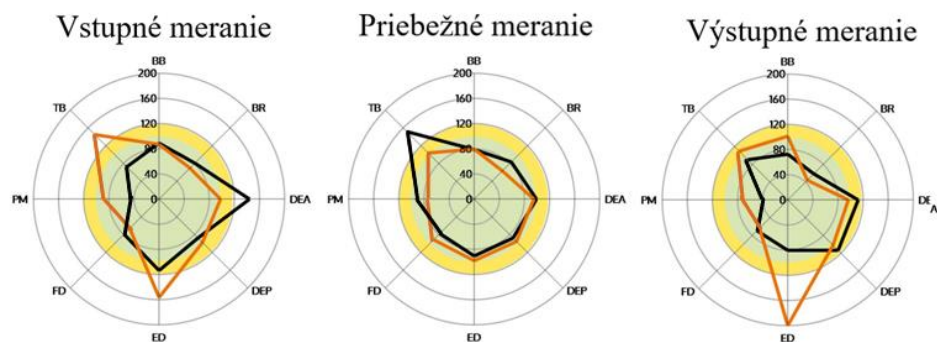
U probandky 1 sme vo vstupnom meraní zistili nízku hodnotu laterálnej symetrie viacerých svalov: m. triceps brachii, m. pectoralis major, m. deltoideus anterior, m. flexor digitorum. Aplikáciou kompenzačných cvičení sa hodnoty laterálnej symetrie zvýšili takmer vo všetkých svaloch, pričom najväčší percentuálny nárast sme zaznamenali u m. pectoralis major (o 29%). Nižšie hodnoty laterálnej symetrie sa vyskytovali u m. triceps brachii (68%) a m. brachioradialis (71%). 8 týždňov po ukončení aplikácie kompenzačných cvičení sme zaznamenali výrazný pokles laterálnej symetrie m. extensor digitorum a m. pectoralis major (Obrázok 3).



Obrázok 3 Laterálna symetria probandky 1

Legenda: zelené pole- odporúčaná norma, oranžová krivka- hodnoty, BB- m. biceps brachii, BR- m. brachioradialis, DEA- m. deltoideus anterior, DEP- m. deltoideus posterior, ED- m. extensor digitorum, FD- m. flexor digitorum, PM- m. pectoralis major, TB- m. triceps brachii.

Vstupným meraním sme v ukazovateli času kontrakcie (T_c) zistili u probandky 1 hlavne výskyt pomalej svalovej kontrakcie. Tá sa prejavila vo svaloch m. triceps brachii (pravá horná končatina), m. extensor digitorum (pravá horná končatina) a m. deltoideus anterior (ľavá horná končatina). Iba m. extensor digitorum (ľavá horná končatina) vykazoval vo vstupnom meraní adekvátny čas kontrakcie. Zaznamenali sme aj výskyt laterálnej asymetrie, a to hlavne u m. triceps brachii, m. deltoideus anterior, m. extensor digitorum a m. pectoralis major. Aplikáciou kompenzačných cvičení nastali pozitívne zmeny. Všetky testované svaly sa vyznačovali rýchlym časom kontrakcie, len m. triceps brachii ľavej hornej končatiny mal pomalší čas reakcie. M. triceps brachii okrem toho stále prejavoval laterálnu asymetriu v parametri T_c . 8 týždňov po ukončení aplikácie kompenzačných cvičení zaznamenal pomalý čas kontrakcie len m. extensor digitorum (pravá horná končatina), pričom najvýraznejšia laterálna asymetria bola práve v tomto svale (Obrázok 4).

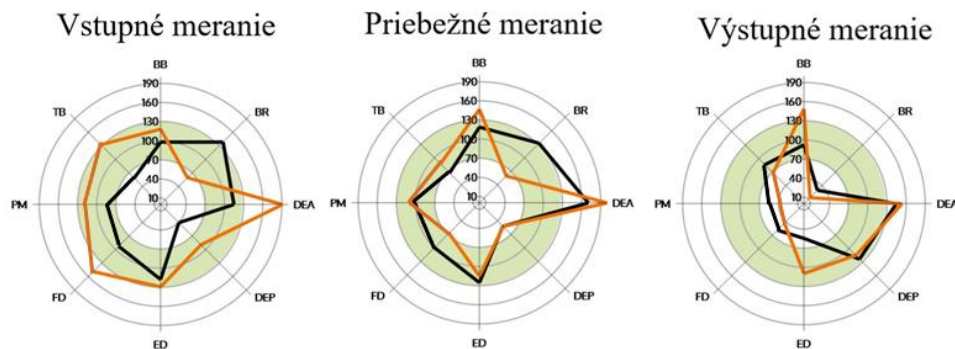


Obrázok 4 Čas kontrakcie (T_c) probandky 1

Legenda: zelené pole- rýchly T_c , žlté pole- adekvátny T_c , oranžová krivka- hodnoty pravej hornej končatiny, čierna krivka- hodnoty ľavej hornej končatiny, BB- m. biceps brachii, BR- m. brachioradialis, DEA- m.

deltoideus anterior, DEP- m. deltoideus posterior, ED- m. extensor digitorum, FD- m. flexor digitorum, PM- m. pectoralis major, TB- m. triceps brachii.

U probandky 1 sme v ukazovateli maximálnej amplitúdy svalovej kontrakcie (Dm) zistili viaceré odchýlky v porovnaní so stanovenými normami. Vo vstupnom meraní sme zaznamenali nižšie hodnoty v Dm vo svaloch m. brachioradialis (pravá horná končatina), m. deltoideus posterior (ľavá horná končatina) a m. triceps brachii (ľavá horná končatina). Naopak, zvýšené hodnoty sa prejavili vo svaloch m. triceps brachii (pravá horná končatina), m. brachioradialis (ľavá horná končatina), m. deltoideus anterior (pravá horná končatina) a m. flexor digitorum (pravá horná končatina). Najväčšiu laterálnu asymetriu vykazoval sval m. triceps brachii a m. brachioradialis. Aplikáciou kompenzačných cvičení sme zaznamenali zlepšenie svalov m. triceps brachii a m. flexor digitorum. M. deltoideus anterior oboch horných končatín vykazoval vyššie hodnoty Dm, podobne ako m. brachioradialis (ľavá horná končatina) a m. biceps brachii (pravá horná končatina). Znížené hodnoty vykazovali tie isté svaly ako vo vstupnom meraní. Výstupným meraním sa nám potvrdil výskyt skrútených a oslabených svalov. Za oslabené svaly sme považovali m. deltoideus anterior a m. biceps brachii (pravá horná končatina). Ku skrúteným svalom sme zaradili m. pectoralis major, m. brachioradialis, m. flexor digitorum, m. extensor digitorum (ľavá horná končatina) a m. triceps brachii (pravá horná končatina). Na obrázku 5 môžeme vidieť najväčšiu laterálnu asymetriu v m. biceps brachii.



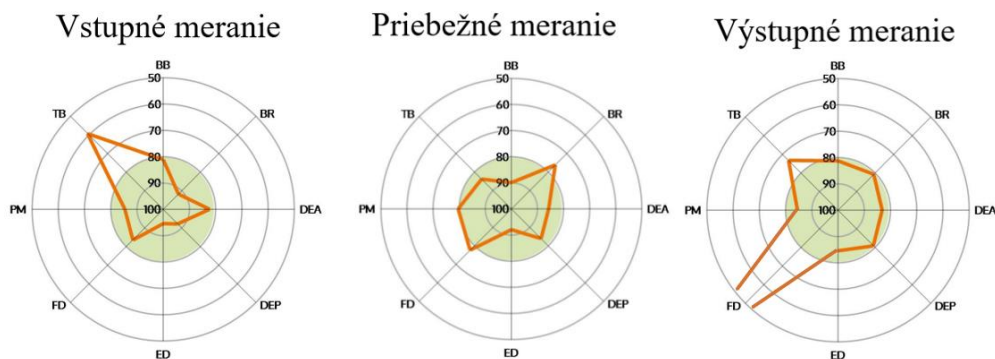
Obrázok 5 Maximálna amplitúda svalovej kontrakcie (Dm) u probandky 1

Legenda: zelené pole- odporúčaná norma, oranžová krivka- hodnoty pravej hornej končatiny, čierna krivka- hodnoty ľavej hornej končatiny, BB- m. biceps brachii, BR- m. brachioradialis, DEA- m. deltoideus anterior, DEP- m. deltoideus posterior, ED- m. extensor digitorum, FD- m. flexor digitorum, PM- m. pectoralis major, TB- m. triceps brachii.

Kazuistika – probandka 2

Nasledujúce výsledky sa týkajú hráčky s kalendárnym vekom 24 rokov, ktorá súťaží v kategórii žien a jej športový vek je 10 rokov. Jej telesná hmotnosť je 50,3 kg a telesná výška 159cm. Kostrová svalová hmotnosť predstavovala 22,5 kg a telesná tuková hmotnosť 9,4kg.

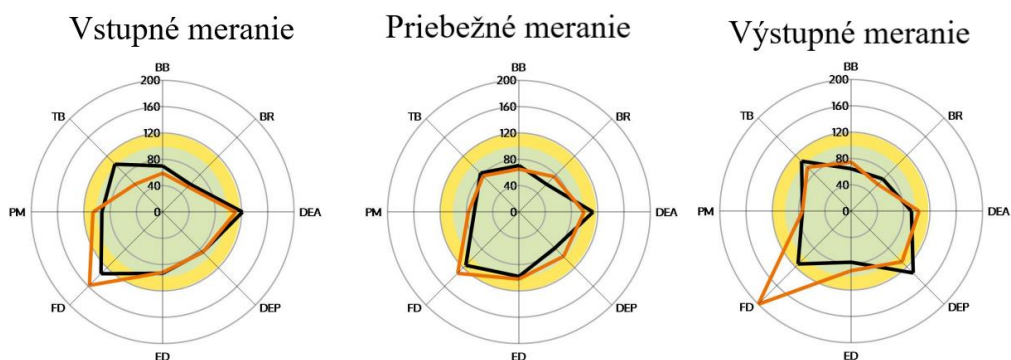
Pred aplikáciou kompenzačných cvičení vykazoval nižšie hodnoty laterálnej symetrie len m. triceps brachii (59%). Naopak najvyššiu hodnotu mal m. extensor digitorum. Po aplikácii kompenzačných cvičení sme zaznamenali najväčšie zlepšenie v m. triceps brachii, ktorý vykazoval až 83% laterálnu symetriu, no výstupným meraním sme zaevidovali reverzibilné zmeny, kedy hodnota symetrie klesla na 73%. Najväčší pokles hodnoty laterálnej symetrie však vidíme u m. flexor digitorum (Obrázok 6).



Obrázok 6 Laterálna symetria probandky 2

Legenda: zelené pole- odporúčaná norma, oranžová krivka- hodnoty, BB- m. biceps brachii, BR- m. brachioradialis, DEA- m. deltoideus anterior, DEP- m. deltoideus posterior, ED- m. extensor digitorum, FD- m. flexor digitorum, PM- m. pectoralis major, TB- m. triceps brachii.

Vstupným meraním sme u probandky 2 zaznamenali pomalší čas kontrakcie, a to vo svaloch m. flexor digitorum a m. deltoideus anterior (ľavá horná končatina). Adekvátny čas vzhľadom na stanovené normy tenisových hráčov vykazovali m. triceps brachii (ľavá horná končatina), m. pectoralis major (pravá horná končatina) a m. deltoideus anterior (pravá horná končatina). Po aplikácii kompenzačných cvičení mal pomalší čas kontrakcie len m. flexor digitorum (pravá horná končatina). Zlepšenie sme zaznamenali u m. deltoideus anterior a m. flexor digitorum (ľavá horná končatina), ktoré už vykazovali adekvátny čas kontrakcie. Tukeyov test preukázal štatisticky významnú zmenu len v čase kontrakcie svalu m. pectoralis major medzi vstupným a priebežným meraním, kedy došlo k jeho výraznému poklesu ($p < 0,05$). 8 týždňov po ukončení aplikácie kompenzačných cvičení sledujeme oveľa pomalší čas kontrakcie m. deltoideus posterior (ľavá horná končatina) a m. flexor digitorum (pravá horná končatina). V tomto svale sa tiež prejavila zvýšená laterálna asymetria v hodnote Tc, a teda môžeme konštatovať, že 8 týždňov po ukončení cvičebných jednotiek sa funkčný stav horných končatín zhoršil (Obrázok 7).

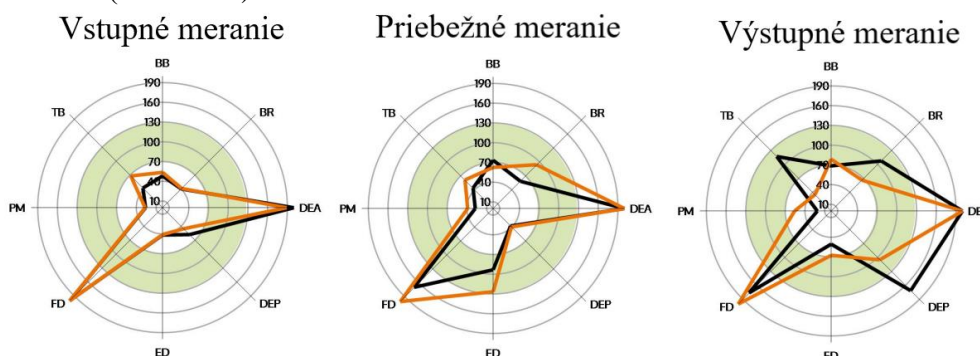


Obrázok 7 Čas kontrakcie (Tc) probandky 2

Legenda: zelené pole- rýchly Tc, žlté pole- adekvátny Tc, oranžová krivka- hodnoty pravej hornej končatiny, čierna krivka- hodnoty ľavej hornej končatiny, BB- m. biceps brachii, BR- m. brachioradialis, DEA- m. deltoideus anterior, DEP- m. deltoideus posterior, ED- m. extensor digitorum, FD- m. flexor digitorum, PM- m. pectoralis major, TB- m. triceps brachii.

V ukazovateli maximálnej amplitúdy svalovej kontrakcie (Dm) sme u probandky 2 zistili, že skoro všetky diagnostikované svaly boli skrátané. Len m. deltoideus anterior a m. flexor digitorum vykazovali oslabenie. Aplikáciou kompenzačných cvičení sme dosiahli zlepšenie, pričom hodnotu v rámci normy vykazovali m. extensor digitorum a m. biceps brachii (ľavá horná končatina). M. deltoideus anterior a m. flexor digitorum boli aj napriek aplikácii kompenzačných cvičení oslabené. 8 týždňov po ukončení intervencie sme zaznamenali oslabený aj m. deltoideus posterior (ľavá horná končatina). Vo výstupnom meraní sme však konštatovali zlepšenie m. biceps brachii (pravá horná končatina), m. brachioradialis (ľavá horná končatina), m. deltoideus posterior (pravá horná končatina) a m. triceps brachii (ľavá horná

končatina), ktoré dosiahli stanovenú normu, a teda reverzibilné zmeny v parametre Dm u týchto svalov musíme zamietnuť (Obrázok 8).



Obrázok 8 Maximálna amplitúda svalovej kontrakcie (Dm) probandky 2

Legenda: zelené pole- odporúčaná norma, oranžová krivka- hodnoty pravej hornej končatiny, čierna krivka- hodnoty ľavej hornej končatiny, BB- m. biceps brachii, BR- m. brachioradialis, DEA- m. deltoideus anterior, DEP- m. deltoideus posterior, ED- m. extensor digitorum, FD- m. flexor digitorum, PM- m. pectoralis major, TB- m. triceps brachii.

Diskusia

García-García et al. (2013) tvrdia, že prijateľné percento laterálnej symetrie vypočítané prostredníctvom softvéru TMG by malo dosiahnuť 80%. U probandky 1 sme najväčší počet svalov spĺňajúcich danú normu diagnostikovali po aplikácii kompenzačných cvičení. U oboch hráčok výskumu mal m. triceps brachii najnižšie hodnoty laterálnej symetrie. Viaceré štúdie ukázali, že svalové asymetrie zvyšujú riziko zranenia v rôznych častiach tela (Richards et al. 2002; Bračič, Hadžič, Erčulj 2008).

Najviac spoľahlivý (Paravlič, Zubac, Šimunič 2017) a klinicky relevantný (Paravlič, Pisot, Šimunič 2020) parameter svalovej kontrakcie získaný prostredníctvom TMG je čas kontrakcie a maximálna amplitúda svalovej kontrakcie. Čas kontrakcie závisí od percenta rýchlych a pomalých svalových vlákien v danom svale (Pišot et al. 2008). Hodnoty času kontrakcie sú nižšie, keď stúpa percento výskytu svalových vlákien II typu. Najnižšie hodnoty Tc zaznamenala probandka 1 vo svale m. brachioradialis (výstupné meranie) a probandka 2 vo svale m. deltoideus posterior. Naopak, čas kontrakcie sa zvyšuje, ak sa zníži percento svalových vlákien II typu a zvýši sa percento vlákien I typu. Najvyššie hodnoty Tc sa prejavili u probandky 1 v m. triceps brachii (vstupné meranie) a u probandky 2 vo svale m. flexor digitorum (výstupné meranie).

Hodnoty Tc, ktoré sme zistili v našom výskume, korešpondujú s výsledkami autorov Parmar et al. (2020), Atiković et al. (2023), ktorí skúmali daný parameter u volejbalistov, gymnastov a džudistov. Porovnateľné hodnoty sme zaznamenali vo svaloch m. biceps brachii, m. deltoideus anterior a m. deltoideus posterior. Výnimkou bol m. triceps brachii, u ktorého boli naše zistené hodnoty o niečo vyššie ako u volejbalistov a gymnastov.

Hodnota maximálnej amplitúdy svalovej kontrakcie (Dm) je parameter, ktorý koreluje s časom kontrakcie a závisí od flexibility svalového tkaniva. Práve parameter Dm považuje Hunter et al. (2012) za kľúčový, ktorý reprezentuje svalový tonus a kontraktílnu silu. Hodnoty Dm sa zvyšujú, keď je rozvinutá výbušná sila daného svalu, tým je amplitúda pohybu vyššia. Najvyššie hodnoty Dm sme zistili u oboch hráčok vo svale m. biceps brachii. Naopak, hodnota Dm klesá v podmienkach vysokého svalového tonusu (Macgregor et al. 2018). Najnižšiu hodnotu Dm sme u probandky 1 zaznamenali vo svale m. brachioradialis (výstupné meranie) a u probandky 2 vo svale m. deltoideus posterior (priebežné meranie). Hodnoty Dm svalov m. biceps brachii a m. deltoideus posterior zistené u hráčok crossmintonu sú o niečo vyššie ako hodnoty volejbalových hráčov (Parmar 2020). Vplyv natáhovacích cvičení na skrátené svaly ramena preukázali aj autori Hammons et al. (2015), Guney et al. (2015).

Záver

Na základe výsledkov výskumu vyplýva, že kompenzačné cvičenia zamerané na mobilizáciu, posilnenie a natiahnutie svalov viedli k zvýšeniu laterálnej symetrie a funkčného stavu svalstva horných končatín.

Na základe toho odporúčame aplikovať kompenzačné cvičenia v tréningovom procese hráčov crossmintonu. Vzhľadom nato, že sme u hráčov crossmintonu vplyvom jednostranného zaťaženia zistili výskyt laterálnej asymetrie, odporúčame zaradiť pravidelný skrining pohybového systému prostredníctvom tenziomyografie a predísť tak možnému vzniku zranení v tejto oblasti.

Literatúra

- ACHENBACH, L., P. LUIG, 2020. Epidemiology and injury prevention in handball. In: *Sportverletzung Sportschaden*. Vol. 34, no. 3, pp. 129–135.
- ANDERSSON, S. H. et al., 2017. Preventing overuse shoulder injuries among throwing athletes: a cluster-randomised controlled trial in 660 elite handball players. In: *British Journal of Sports Medicine*. Vol. 51, no. 14, pp. 1073–1080.
- ASKER, M. et al., 2020. Preseason clinical shoulder test results and shoulder injury rate in adolescent elite handball players: a prospective study. In: *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*. Vol. 50, no. 2, pp. 67–74.
- ATIKOVIĆ, A. et al., 2023. Comparison of tensiomyographic neuromuscular characteristics skeletal muscle properties in gymnasts. In: *Journal of Physical Education and Sport*. Vol. 23, no. 1, pp. 66-75.
- BRACIČ, M., V. HADŽIČ, F. ERČULJ, 2008. Koncentrična in ekscentrična moč upogibalk in iztegovačk kolena pri mladih košarkarjih. In: *Šport*. Vol. 56, no. 3-4, pp. 76-80.
- COUREL-IBÁÑEZ, J., J. J. HERRERA-GÁLVEZ, 2020. Fitness testing in padel: Performance differences according to players' competitive level. In: *Science & Sports*. Vol. 35, no. 1, pp. 11-19.
- ELLENBECKER, T. S., A. COOLS, 2010. Rehabilitation of shoulder impingement syndrome and rotator cuff injuries: an evidence-based review. In: *British Journal of Sports Medicine*. Vol. 44, no. 5, pp. 319–327.
- FRČOVÁ, Z., V. PSALMAN, 2017. Porovnanie zmien ruky hráčov tenisu, stolného tenisu a bedmintonu. In: *Rehabilitácia*. Vol. 54, no. 2, pp. 126-136.
- GARCÍA-GARCÍA, O. et al., 2013. Application of the generalizability theory of tensiomyography analysis of professional road cyclists. In: *Revista de Psicología del Deporte*. Vol. 22, no. 1, pp. 53-60.
- GUNEY, H. et al., 2015. Which stretching technique is effective in decreasing Glenohumeral internal rotation deficit? In: *Medicina dello Sport*. Vol. 68, no. 2, pp. 291–302.
- GUNEY, H. et al., 2016. Glenohumeral internal rotation deficit affects functional rotator strength ratio in adolescent overhead athletes. In: *Journal of Sport Rehabilitation*. Vol. 25, no. 1, pp. 52–57.
- HAMMONS, D. et al., 2015. A Randomized and Blinded Study for the Treatment of Glenohumeral Internal Rotation Range of Motion Restriction: The PronePassive Stretching Technique. In: *Journal of Sports Medicine and Allied Health Sciences*. Vol. 1, no. 2.
- HUGHES, T. et al., 2018. Periodic Health Examination and Injury Prediction in Professional Football (Soccer): Theoretically, the Prognosis is Good. In: *Sport Medicine*. Vol. 48, no. 11, pp. 2443–2448.
- HUNTER, A. M., 2012. Assessment of eccentric exercise-induced muscle damage of the elbow flexors by tensiomyography. In: *Journal of Electromyography and Kinesiology*. Vol. 22, pp. 334–341.
- JAYANTHI, N., S. ESSER, 2013. Racket Sports. In: *Current Sports Medicine Reports*. Vol. 12, no. 5, pp. 329-336. ISSN 1537-890X.
- KAČÚR, P., T. LUKÁČOVÁ, 2021. *Základy raketových športov pre študentov telovýchovného zamerania*. Prešov: Prešovská univerzita v Prešove. ISBN 978-80-555-2862-5.
- KRIŽAJ, D., B. ŠIMUNIČ, T. ŽAGAR, 2008. Short-term repeatability of parameters extracted from radial displacement of muscle belly. In: *Journal of Electromyography and Kinesiology*. Vol. 18, no. 4, pp. 645-651.
- MACGREGOR, L. J. et al., 2018. Assessment of skeletal muscle contractile properties by radial displacement: the case for tensiomyography. In: *Sports Medicine*. Vol. 48, no. 7, pp. 1607-1620.
- MINE, K. et al., 2017. Effectiveness of stretching on posterior shoulder tightness and glenohumeral internal-rotation deficit: A systematic review of randomized controlled trials. In: *Journal of Sport Rehabilitation*. Vol. 26, no. 4, pp. 294-305.
- MOC KRÁLOVÁ, D. M., L. CHYTILOVÁ. 2019. Význam vyšetření úderu forehand pro stanovení

- individuálneho rehabilitačného plánu hráča tenisu. In: *Rehabilitácia*. Vol. 56, no. 3, pp. 199-213.
- OLIVER, G. D. et al., 2020. Descriptive profile of shoulder range of motion and strength in youth athletes participating in overhead sports. In: *International Journal of Sports Physical Therapy*. Vol. 15, no. 6, pp. 1090–1098.
- PARAVLIĆ, A., D. ZUBAC, B. ŠIMUNIČ, 2017. Reliability of the twitch evoked skeletal muscle electromechanical efficiency: A ratio between tensiomyogram and M-wave amplitudes. In: *Journal of Electromyography and Kinesiology*. Vol. 37, pp. 108–116.
- PARAVLIĆ, A., R. PISOT, B. ŠIMUNIČ, 2020. Muscle-specific changes of lower extremities in the early period after total knee arthroplasty: Insight from tensiomyography. In: *Journal of Musculoskeletal & Neuronal Interactions*. Vol. 20, no. 3, pp. 390–397.
- PARMAR, A. et al., 2020. An assessment of the contractile properties of the shoulder musculature in elite volleyball players using tensiomyography. In: *International Journal of Sports Physical Therapy*. Vol. 15, no. 6, pp. 1099-1109.
- PIŠOT, R. et al., 2008. Whole muscle contractile parameters and thickness loss during 35-day bed rest. In: *European Journal of Applied Physiology*. Vol. 104, no. 2, pp. 409–414.
- RICHARDS, D. P. et al., 2002. Relation between ankle joint dynamics and patellar tendinopathy in elite volleyball players. In: *Clinical Journal of Sport Medicine*. Vol. 12, no. 5, pp. 266-272.
- ROSE, M.B., T. NOONAN, 2018. Glenohumeral internal rotation deficit in throwing athletes: current perspectives. In: *Journal of Sports Medicine*. Vol. 9, pp. 69–78.
- SÁNCHEZ-ALCARAZ, B. J. et al., 2021. Ball Impact Position in Recreational Male Padel Players: Implications for Training and Injury Management. In: *International Journal of Environmental Research and Public Health*. Vol. 18, no. 2.
- SANNICANDRO, I. et al., 2014. Balance Training Exercises Decrease Lower-Limb Strength Asymmetry in Young Tennis Players. In: *Journal of Sports Science and Medicine*. Vol. 13, pp. 397-402.
- ŠRIMPF, R., T. FILIPČIČ, A. FILIPČIČ, 2019. The effect of tennis match play on joint range of motion in junior players. In: *Acta Gymnica*. Vol. 49, no. 1, pp. 25–32.
- VÁGNER, M., 2016. *Kondiční trénink pro tenis*. 1. vyd. Praha: Grada publishing, a.s. ISBN 978-80-247-5814-5.
- ŽAGAR, T., D. KRIŽAJ, 2005. Validation of an accelerometer for determination of muscle belly radial displacement. In: *Medical and Biological Engineering and Computing*. Vol. 43, no. 1, pp. 78-84.