

Katarina Tonin¹

Rehabilitacija okvar dominantne rame pri metalnih športih

Rehabilitation of Dominant Shoulder Dysfunction in Overhead Sports

IZVLEČEK

KLJUČNE BESEDE: metalni športi, dominantna rama, prilagoditvene spremembe, rehabilitacija

Pri športnikih, ki pri svojem športu uporabljajo dominantno roko v tipičnih gibih roke nad glavo, pride do značilnih anatomskih in biomehanskih prilagoditvenih sprememb v področju rame. Ločimo tri glavne skupine prilagoditev: spremembe na nivoju gleno-humeralne rotacijske gibljivosti, spremembe položaja in gibanja lopatice ter mišično neravnovesje med notranjimi in zunanjimi rotatorji. Opisane spremembe so sprva fiziološke, vendar lahko dolgoročno privedejo do okvar različnih ramenskih struktur. Poškodbe rame so pri omenjeni skupini športnikov med pogostejšimi vzroki za daljši izostanek iz trenažnega in tekmovalnega procesa, zato je potrebno pri posameznem športniku redno spremljati razvoj prilagoditvenih sprememb. Vaje za preprečevanje prekomerne izraženosti prilagoditvenih sprememb moramo vključiti v reden režim preventivnega treninga oziroma rehabilitacijskega programa, v kolikor je že prišlo do posledičnih sekundarnih okvar v področju rame. V preglednem članku so opisana dosedanja dognanja s področja nastanka prilagoditvenih sprememb dominantne rame pri metalnih športih. Predstavljene so z dokazi podprte smernice s področja preventive in rehabilitacije rame pri omenjenih športih.

ABSTRACT

KEY WORDS: overhead sports, dominant shoulder, adaptive changes, rehabilitation

Overhead athletes typically experience anatomical and biomechanical adaptive changes in the dominant shoulders. Adaptations are divided in three main groups: changes in gleno-humeral rotator range of motion, malposition and dyskinesis of the scapula, and muscular imbalances between internal and external rotators. Such adaptations, which are physiological at first, can lead to secondary damage of different shoulder structures. Shoulder injuries are among the most common causes for absence from training and competition in overhead sports. Therefore, it is necessary to regularly screen and monitor the development of adaptive changes in each individual. Exercises for preventing the development of adaptive changes must be part of regular preventive training or rehabilitation programmes in case of secondary shoulder injuries. In this review, we describe up-to-date facts about the development of adaptive changes with evidence-based prevention and rehabilitation guidelines.

¹ Asist. dr. Katarina Tonin, dr. med., Univerzitetni rehabilitacijski inštitut Republike Slovenije – Soča, Linhartova cesta 51, 1000 Ljubljana; katarina.tonin@ir-rs.si

UVOD

Pri športnikih, ki pri svojem športu izvajajo specifične gibe roke nad glavo, pride do tipičnih anatomskih in biomehanskih prilagoditev dominantne rame (1, 2). V grobem jih delimo v tri skupine. Prvo skupino predstavljajo spremembe rotacijske gibljivosti dominantnega glenohumeralnega (GH) sklepa. V drugi skupini so spremembe položaja in gibanja dominantne lopatice. Tretjo skupino predstavljajo nesorazmerja mišične moči med notranjimi (NR) in zunanji (ZR) rotatorji GH-sklepa (1, 2).

Na slovenskem jezikovnem področju se je omenjenih športov prijel izraz metalni športi (angl. *overhead sports*), so pa zanje poleg metov značilni tudi udarci, zavesljaji in drugi gibi roke nad glavo. Med najpogostejše metalne športe pri nas in v Evropi sodijo odbojka, roket, plavanje, tenis in atletske discipline (met kopja in diska, suvanje krogle), v svetu pa je na prvem mestu po priljubljenosti bejzbol (1).

V zadnjih letih so bile objavljene številne študije, ki se ukvarjajo s patologijo metalne rame. Kljub temu še vedno ni popolnoma jasno, do katere mere so prilagoditve dominantne rame fiziološke in dobrodošle, ter kdaj postanejo kritične in vodijo v poškodbe. Namen članka je bil poiskati z dokazi podprta dejstva o prilagoditvenih spremembah in rehabilitaciji dominantne rame pri metalnih športih.

OPIS PRILAGODITVENIH SPREMEMB DOMINANTNE RAME

Spremembe v obsegu rotacijske gibljivosti

Prva prilagoditev dominantne rame, ki jo opazimo pri športniku metalcu, je sprememba rotacijske gibljivosti GH-sklepa (1). Opažimo omejen obseg GH-notranje rotacije in prekomeren obseg GH-zunanje rotacije (slika 1, slika 2).

Izmerimo lahko tudi primanjkljaj pasivne notranje rotacije (angl. *glenohumeral*



Slika 1. Kot med obema polnima črtama – obseg notranje rotacije dominantne strani, črtkana črta – obseg notranje rotacije na nedominantni strani, dvosmerna puščica – primanjkljaj pasivne notranje rotacije na dominantni strani (angl. *glenohumeral internal rotation deficit*, GIRD).

internal rotation deficit, GIRD) in presežek pasivne zunanje rotacije (angl. *external rotation gain*, ERG) (slika 1, slika 2) (1, 2). GIRD in ERG imata več definicij, v literaturi sta najpogostejše uporabljene definiciji Burkharta s sodelavci iz leta 2003, ki GIRD in ERG opisujeta kot razliko v obsegu GH-rotacije dominantne roke v primerjavi z nedominantno stranjo (1, 2).

GIRD in ERG so opisali pri številnih metalnih športih, med simptomatskimi in asimptomatskimi športniki in športnicami (3–9). Prilagoditvi nastaneta kot posledici mehko tkivnih in kostnih prilagoditev GH-sklepa (slika 3).

Glavna mehko tkivna prilagoditev je zakrčenost zadnjega spodnjega dela GH-sklepne ovojnice, do česar pride zaradi ponavljajočih se tenzijskih sil v fazi poje-manja meta (1, 10). Zakrčenost sklepne ovojnice povzroči premik središča rotacije glavice nadlahtnice iz centra sklepne pon-vice (glenoida) navzgor in nazaj, kar omo-

goči povečan obseg ZR v zadnji fazi zama-ha (11–13).

K pojavu GIRD in ERG pomembno pris-pevajo tudi kostne prilagoditve, še posebej povečan kot retroverzije dominantne nad-lahtnice, do česar pri športnikih metalcih pride zaradi zmanjšane derotacije nadlaht-nice v najstniških letih (6, 14, 15). Kot retro-verzije nadlahtnice je največji pri dojenčkih, ko meri približno 26° , nato pa se med odraščanjem z derotacijo nadlahtnice zmanj-šuje (6, 14, 15).

Burkhart s sodelavci je definiral tudi simptomatski GIRD (kritična vrednost, pri kateri naj bi prišlo do poškodb rame). Ozna-čil ga je kot GIRD, večji od 25° , vrednost pa je izbral glede na svoje klinične izkušnje in izkušnje drugih avtorjev, pretežno kirurgov ortopedov (1). Vendar pa v kasnejših študi-jah simptomatska meja GIRD ni bila potr-jena, kakor tudi ne povezanost GIRD ali ERG s poškodbami oz. bolečino v dominantni rami (3, 6, 9, 16). Absolutnih vrednosti GIRD



Slika 2. Kot med obema polnima črtama – obseg zunanje rotacije dominantne strani, črtkana črta – obseg zunanje rotacije na nedominantni strani. Območje giba med črtkano in spodnjo polno črto predstavlja presežek pasivne zunanje rotacije na dominantni strani (angl. *external rotation gain*, ERG).

in ERG zato ne uporabljamo kot samostojnih metod za klinično oceno ogroženosti rame športnika metalca, priporočamo pa sledenje vrednostim GIRD in ERG (9).

Povečan obseg ZR je pomembna prilagoditev metalne rame (1). Zaradi povečane obsega ZR lahko namreč roka napravi večjo pot v zamah in med pospeševanjem doseže večjo kotno hitrost, ne da bi ob tem prišlo do zadevanja velike grče nadlahtnice ob akromion lopatice (1). Do katere mere je povečana pasivna ZR dobrodošla fiziološka prilagoditev in kdaj vodi v poškodbe, za zdaj niso uspeli dokazati. Na kadavrskih modelih so potrdili, da pride pri večjem obsegu pasivne ZR do povečane torzije rotatorne manšete (RM) in bicepsa v fazi pojemanja udarca in izmaha, kar lahko vodi do poškodbe bicepsa na njegovem narastišču na labrum (angl. *superior labrum anterior to posterior lesion*, SLAP-lezija) in poškodbe RM zaradi notranje in subakromialne utesnitve (1, 11–13).

Težave s kronično bolečino v dominantni rami imajo tudi športniki metalci z zmanjšanim obsegom ZR (9, 17–20). Vzroki za to so najverjetneje ponovno kostni (genetsko pogojena ali pridobljeno manjša retroverzija nadlahtnice, zaradi česar pri manjšem obsegu ZR pride do notranje utesnitve) ali mehkotkivni (lokalni adhezivni kapsulitis) (9, 17). Vsekakor pa moramo upoštevati, da so mehanizmi nastanka bolečine in poškodb dominantne rame pri športnikih metalcih lahko raznoliki, kot tudi same poškodbe dominantne rame. Zato pri ocenjevanju ogrožene rame športnika metalca ne smemo biti pozorni le na prekomerno ZR, ampak tudi na omejeno ZR, še posebej, kadar je ta v povezavi z GIRD. Priporočamo redno sledenje obsega GH-rotacijske gibljivosti in raztezanje zadnje sklepne ovojnice in zadnjih ramenskih struktur v primeru, da ugotovimo postopno zmanjševanje obsega rotacij (9).

Pri določanju vzroka spremenjene GH-rotacijske gibljivosti je pomembna raz-

lika GIRD-ERG (20, 21). Če je razlika enaka nič (GIRD je enak ERG, obseg celotne rotacije je ohranjen), sta GIRD in ERG v večji meri posledici kostnih prilagoditev, kot so na primer ugotovili pri igralcih bejzbola (20, 21). V kolikor je razlika GIRD-ERG večja od ena (GIRD je večji od ERG), pa je GIRD posledica kombinacije kostnih in mehkotkivnih prilagoditev kot so na primer ugotovili pri igralcih tenisa ter igralkah rokometu in odbojke (9, 22, 23). Ali posamezna športna disciplina predpostavlja poudarjen razvoj bodisi mehkotkivnih ali kostnih prilagoditev, za zdaj ni znano.

Spremembe položaja in gibanja dominantne lopatice

Spremembe položaja in gibanja dominantne lopatice so opisane z akronimom SICK-scapula, ki opredeljuje nepravilen položaj lopatice (angl. *scapular malposition*), dvig spodnjega notranjega roba lopatice (angl. *inferior medial border prominence*), občutljivost in nepravilen položaj korakoidnega izrastka (angl. *coracoid malposition and tenderness*) ter diskinezijo oz. nepravilno gibanje lopatice (angl. *dyskinesis of the scapula*) (26). Sindrom SICK-scapula nastane zaradi preobremenitve, spremenjene mišične aktivacije in utrujenosti stabilizatorjev lopatice ter lahko vodi do sindroma mrtve roke, poškodbe RM, utesnitvenega sindroma in SLAP-lezije (26).

Spremembe položaja lopatice, ki jih opisujemo v sklopu sindroma SICK-scapula, so abdukcija, spust in lateralizacija lopatice (slika 4) (26).

Pravilen položaj in pravilno gibanje lopatice med elevacijo nadlahtnice sta pomembna za tekoče gibanje mišic RM. V večji meri ju zagotavlja pravilna aktivacija in moč *m. serratus anterior*, katere glavni funkciji sta abdukcija in protrakcija lopatice (24, 27, 28). S tem se zagotovi stabilna baza za gibe v GH-sklepu, z dvigom akromiona pa se prepreči subakromialna utesnitev RM (24, 27, 28). Poleg tega *m. serratus anterior* prevzame del funkcije elevacije

nadlahtnice, kadar pride do utrujanja GH-abduktorjev (29, 30). Osebe s kronično subakromialno utesnitvijo ali nestabilnostjo

imajo ugotovljen manjši obseg abdukcije lopatice med srednjim obsegom elevacije nadlahtnice, ob tem pa tudi izokinetično



Slika 3. Spremembe položaja dominantne lopatice. Abdukcija lopatice; α – kot med navpičnico in notranjim robom lopatice. Spust lopatice; razdalja A – razlika v višini notranjega zgornjega vogala dominantne in nedominantne lopatice. Lateralizacija lopatice; razdalja B – razlika v oddaljenosti notranjega zgornjega vogala dominantne in nedominantne lopatice od središnice.



Slika 4. Izokinetično testiranje navorov notranjih in zunanjih rotatorjev glenohumeralnega sklepa.

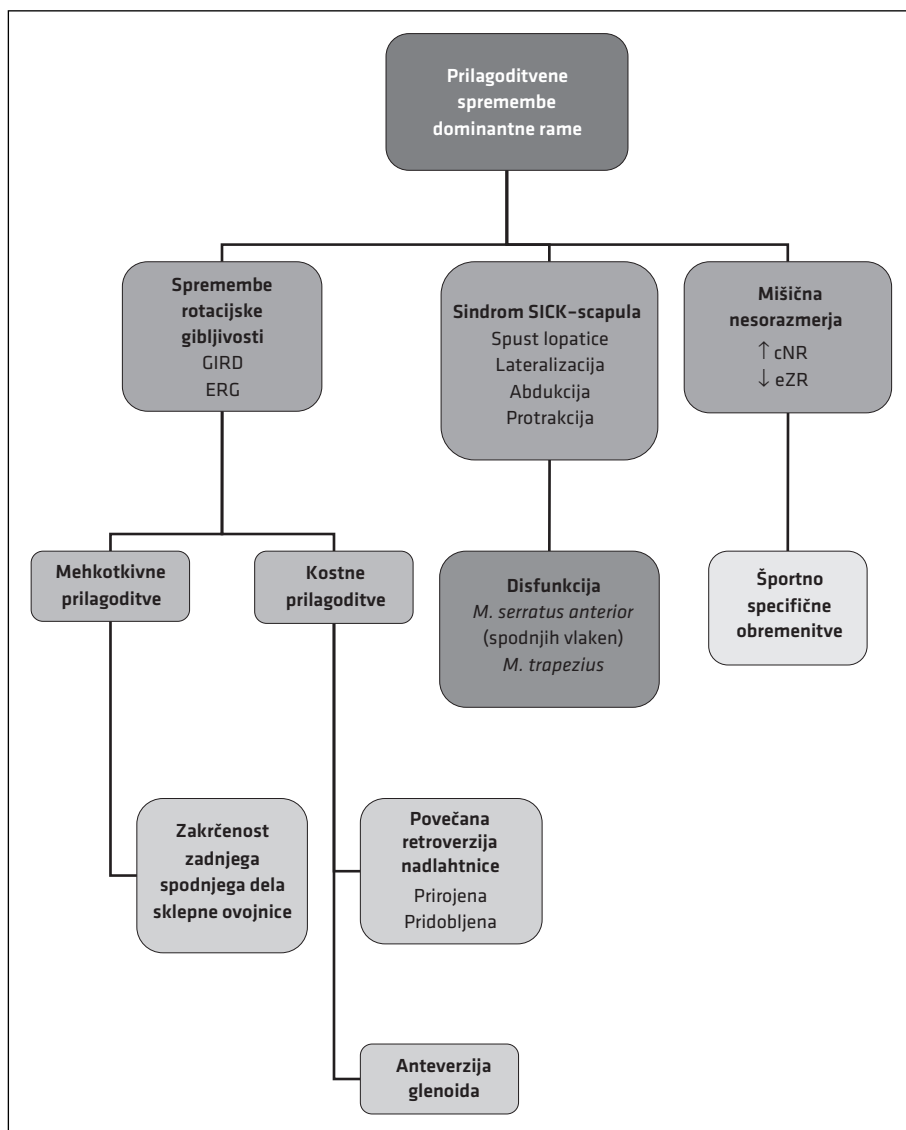
potrjeno šibkost protraktorjev lopatice in elektromiografsko potrjeno pozno aktivacijo *m. serratus anterior* ter zmanjšano aktivacijo spodnjih vlaken *m. trapezius* (30–34).

Mišično nesorazmerje

Pri zamahu roke pred metom oz. udarcem delujejo zunanji rotatorji GH-sklepa koncentrično, notranji rotatorji pa ekscentrično.

Med pospeševanjem in pojemanjem meta oz. udarca pa notranji rotatorji delujejo koncentrično, zunanji rotatorji pa gibanje roke v notranjo rotacijo upočasnjujejo z ekscentrično kontrakcijo. Na ta način je zagotovljen stalen center rotacije nadlahtnice med rotacijama abducirane nadlahti.

Navore mišic ocenimo z izokinetičnim testiranjem ramen (slika 5). Navore merimo



Slika 5. Shema prilagoditvenih sprememb dominantne rame in mehanizmi njihovega nastanka.

pri stalni kotni hitrosti na koncentričen in ekscentričen način. Poleg podatka o največjem navoru z izokinetičnim testiranjem pridobimo tudi informacije o časovni aktivaciji in utrudljivosti mišic (37).

S stabilnostnimi razmerji, ki jih izračunamo iz mišičnih navorov, ugotovimo, ali so notranji in zunanji rotatorji GH-sklepa po moči usklajeni. Včasih se je uporabljalo konvencionalno razmerje, to je razmerje med koncentričnim (c) navorom ZR in NR (cZR/cNR) – priporočena vrednost za splošno populacijo je znašala 0,67, za športnike metalce pa 0,76 (38). Ker pa med normalnim funkcionalnim gibom agonisti delujejo koncentrično, antagonist pa se njihovi akciji upirajo ekscentrično (e), se je konvencionalno razmerje pričelo opuščati. Mišično ravnoesje se pričeli opisovati z razmerjema dinamične kontrole – z razmerjem udarca in razmerjem napona.

Razmerje udarca (angl. *spiking ratio*) opisuje odnos NR in ZR med udarcem ali metom (eZR/cNR) in je pri športnikih metalcih na dominantni strani navadno znižano (3, 9, 39, 40). Razmerje napona (angl. *cocking ratio*)

opisuje medsebojni odnos rotatorjev med zamahom (eNR/cZR), v literaturi pa najdemo zelo različne rezultate razmerja napona, zato njegov pomen še ni jasen (3, 9, 39, 40). Normativnih vrednosti razmerij udarca in napona pri metalnih športih za zdaj v literaturi ni.

PREVENTIVA IN REHABILITACIJA PRILAGODITVENIH SPREMEMB

Preventiva in rehabilitacija sprememb rotacijske gibljivosti

V različnih študijah so potrdili, da z rednim raztezanjem zadnjega spodnjega dela GH-sklepne ovojnice (npr. z vajo *sleeper stretch*, ki je prikazana na sliki 3) povečamo obseg pasivne GH-notranje rotacije in addukcije, zadnjo ramensko mobilnost ter akromiohumeralno razdaljo, ki predstavlja dvodimenzionalno oceno subakromialnega prostora (24, 25). Ne glede na to, da za zdaj v literaturi ne obstajajo dokazi kliničnega pomena zmanjševanja GIRD, večina avtorjev v preventivnih in rehabilitacijskih programih športnikov metalcev priporoča redno in intenzivno raztezanje zadnjega spodnjega dela GH-sklepne ovojnice, s čimer



Slika 6. Raztezanje zadnjega spodnjega dela glenohumeralne sklepne ovojnice (*sleeper stretch*). Puščica prikazuje smer pritiska roke.

poskušamo doseči čim manjše translacije glavnice nadlahtnice med gibanjem v GH-sklepu (1, 22, 24, 25).

GIRD in ERG povezujejo tudi s SLAP-lezijo in subakromialno ter notranjo utesnitvijo RM (1). Rehabilitacija omenjenih posledic spremenjene rotacijske gibljivosti je opisana v posebnem poglavju.

Preventiva in rehabilitacija pri spremembah položaja in gibanja dominantne lopatice

Preventiva in rehabilitacija sindroma SICK-scapula temeljita na zagotavljanju pravilnega položaja in gibanja dominantne lopatice in s tem tudi preprečevanja ali odpravljanja sekundarnih okvar rame. Športnik s sindromom SICK-scapula in bolečino v rami mora prilagoditi trening tako, da ta ne vsebuje za šport specifičnih metov ali udarcev, in preiti na program vaj za pasivno mobilizacijo in aktivno stabilizacijo lopatice ter raztezanje prsnih mišic (26). Statične in dinamične raztezne vaje ne vplivajo na hitrost, moč, silo in pospešek pri različnih tehnikah meta, zato jih lahko izvajamo tudi pred treningi in tekmami (35). Poseben poudarek naj bo na aktivaciji in krepitvi mišic *m. serratus anterior* in spodnjih vlaken *m. trapezius*, s čimer izboljšamo abdukcijo in protrakcijo lopatice (26). Ob rednem izvajanju programa naj bi 50 % napredek dosegli v treh tednih, ko lahko preidemo na intervalni trening meta ali udarca (26). Popolno repozicijo lopatice ob takem režimu treniranja naj bi dosegli v treh mesecih (26). Z uporabo ortoze za lopatice (kompresijska majica s trakovi za vzdrževanje napetosti preko lopatic) lahko izboljšamo držo pri zdravih športnikih metalcih in spremenimo mišično aktivacijo (36).

Preventiva in rehabilitacija mišičnih nesorazmerij rotatorjev glenohumeralnega sklepa

Eden od ciljev preventive in rehabilitacije dominantne rame športnikov metalcev je

doseči ravnotežje med agonisti in antagonisti v vseh fazah meta in udarca. Ker pri metalnih športih ugotavljamo predvsem prevlado cNR nad eZR, je posebej pomembno krepiti ZR na ekscentričen način (3, 9, 39–42). S tem bomo preprečili prekomerno translacijo glavnice nadlahtnice naprej med izmetom in preprečili neželene posledice, povezane z njo. Na živalskih modelih so dokazali, da ekscentrična vadba za razliko od koncentrične vadbe spodbuja celjenje tetiv in pomembneje vpliva na moč in hipertrofijo mišic kot koncentrična vadba (43, 44). Zato se ekscentričnih vaj poslužuje tudi pri rehabilitaciji degenerativnih okvar tetiv v področju ramenskega obroča. Treningu za moč lahko dodamo tudi dinamično komponento (npr. z ravnotežno desko, s peno, z naklonom, s terapevtsko žogo ali z drugimi terapevtskimi pripomočki za spodbujanje senzorično-motorične integracije) in s tem vplivamo tudi na boljše zaznavanje položaja sklepov in mišično aktivacijo. Napredek spremljamo z izokinetičnim testiranjem (9).

REHABILITACIJA SEKUNDARNIH OKVAR DOMINANTNE RAME ŠPORTNIKA METALCA

Bolečina v ramenskem sklepu je eden najpogostejših vzrokov, zaradi katerih športnik metalce izgubi del tekmovalne sezone, igra manj učinkovito ali konča igralno kariero (1). Sekundarne okvare dominantnega ramenskega sklepa nastanejo kot posledice kombinacije zgoraj opisanih prilagoditvenih sprememb. Okvare ramenskih struktur so večinoma preobremenitvene etiologije, redkeje pride do akutnih strukturnih poškodb (1). Najpogostejše ramenske okvare pri športnikih metalcih so utesnitev, tendinopatija in ruptura RM, nestabilnost GH, poškodba bicepsove tetive (pulleyja ali narastišča na labrum) in poškodba labruma (41, 45–47).

Ločimo notranjo in zunanjo utesnitev RM. Notranja utesnitev je fiziološki pojav,

do katerega pride v končnem položaju zamaha pred metom ali udarcem (1). Nadlahtnica je v tem položaju abducirana za 90° ali več in v skrajni ZR, pri čemer pride do torzije in trenja sklepnih vlaken tetiv *m. supraspinatus* in *m. infraspinatus* ob zadnji zgornji rob glenoida (1).

Do subakromialne utesnitve RM (utesnitve tetiv RM pod akromion) navadno pride, ko je nadlahtnica abducirana nad 90°. Prekomerno obremenjevanje in utesnitev tetiv RM pri športnikih metalcih pogosto vodi do degeneracije in strganja RM (41, 45, 47). Do poškodb RM pride ob notranji utesnitvi s spodnje (sklepne) strani, ob subakromialni utesnitvi RM pa z zgornje (burzalne) strani.

Zdravljenje tendinopatije in manjših ruptur (pod 50 % debeline) RM pri športnikih metalcih je navadno konzervativno, usmerjeno v vzpostavljanje pravilne biomehanike ramenskega sklepa (1, 48). V praksi uporabljamo tudi terapevtski ultrazvok, vendar v študijah niso dokazali, da bi kombinacija UZ in terapevtskih vaj dala boljše rezultate kot samostojno zdravljenje s terapevtskimi vajami (49). Obstajajo šibki dokazi o učinkovitosti terapije s trombocitno plazmo na kratkoročno zmanjšanje bolečine pri rupturi tetive *m. supraspinatus* (50).

Zdravljenje rupture RM nad 50 % debeline tetive je navadno operativno. Pravilo - ma se napravi rekonstrukcijo s sidrnimi šivi. Če je potrebno, se lahko istočasno napravi tudi akromioplastika ali resekcija AC-ligamenta (48, 51, 52).

Protokoli rehabilitacije po rupturi in rekonstrukciji RM so različni, najpogostejše so zasnovane na podlagi kliničnih izkušenj in za zdaj nimajo z dokazi podprte znane - tvene podlage (53, 54). Kadar je napravljena artroskopska osvežitev RM in akromioplastika, lahko takoj pričnemo z aktivnimi asistiranimi vajami do polne gibljivosti in grobe mišične moči (53, 54). Rehabilitacija po rekonstrukciji s sidrnimi šivi je zahtevnejša, prilagodimo jo fazam biološkega

celjenja tetive: faza vnetja (1. in 2. PO - te - den), faza proliferacije (3. in 4. PO - teden) in faza remodelacije tetive (12. - 16. PO - te - den) (53). Cilji rehabilitacije so usmerjeni v zagotavljanje ustreznega celjenja tetiv RM, zagotavljanje primerne gibljivosti in funkcije GH-sklepa, preprečevanje atrofije in primerno aktivacijo ramenskih mišic (53).

Ponavljajoči se eksplozivni meti in udarci relativno pogosto vodijo v trganje tetive dolge glave bicepsa z njegovega narastišča na glenoidalni labrum oz. do SLAP-lezije, pri metalnih športih je najpogostejši tip 2 (55, 56). Sprva je indicirano usmerjeno konzervativno zdravljenje (vaje za raztezanje zadnjega spodnjega dela GH-sklepne ovojnice, ekscentrična krepitev zunanjih rotatorjev, vaje za stabilizacijo lopatic in dinamično stabilizacijo GH sklepa). Simptomatsko SLAP-lezijo, ki je neodzivna na konzervativno zdravljenje, je treba zdraviti operativno z artroskopsko fiksacijo narastišča tetive dolge glave bicepsa ali s tenodezo bicepsa. Prav tenodeza bicepsa se zaradi krajše rehabilitacije in dobrih pooperativnih rezultatov v zadnjem času vse bolj izvaja (55, 56).

ZAKLJUČEK

Prilagoditvene spremembe dominantne rame športnikov metalcev pogosto vodijo v okvaro različnih ramenskih struktur in s tem pomembno vplivajo na športnikovo kariero in življenje izven nje. Okvare rame se navadno pojavijo v kasnejših letih šport - nega udeleženca, vendar na podlagi kliničnih izkušenj in spoznanj iz literature vemo, da se prilagoditve pričenejo že v najstniškem obdobju. Prav zato moramo s preventivnimi programi pričeti že v najmlajših selekcijah.

Preventiva je usmerjena predvsem v zagotavljanje stalnega centra rotacije glavnice nadlahtnice, primerno mobilnost GH-sklepa in skapulotorakalne artikulacije, primerno mišično moč in aktivacijo periskapularnih mišic in stabilizatorjev GH-sklepa ter tekoče

funkcionalno gibanje celotne kinetične verige. Rehabilitacija rame športnika metalca poleg vaj, ki jih izvajamo že v sklopu pre-

ventivne vadbe, zajema tudi specifične usmerjene protokole glede na mesto, način in obsežnost okvare.

LITERATURA

- Burkhart SS, Morgan CD, Kibler WB. The disabled throwing shoulder: spectrum of pathology Part I: pathoanatomy and biomechanics. *Arthroscopy*. 2003; 19 (4): 404–20.
- Burkhart SS, Morgan CD, Kibler WB. The disabled throwing shoulder: spectrum of pathology. Part II: evaluation and treatment of SLAP lesions in throwers. *Arthroscopy*. 2003; 19 (5): 531–9.
- Wang HK, Macfarlane A, Cochrane T. Isokinetic performance and shoulder mobility in elite volleyball athletes from the United Kingdom. *Br J Sports Med*. 2000; 34 (1): 39–43.
- Downar JM, Sauers EL. Clinical measures of shoulder mobility in the professional baseball player. *J Athl Train*. 2005; 40 (1): 23–9.
- Laudner KG, Stanek JM, Meister K. Assessing posterior shoulder contracture: the reliability and validity of measuring glenohumeral joint horizontal adduction. *J Athl Train*. 2006; 41 (4): 375–80.
- Tokish JM, Curtin MS, Kim YK, et al. Glenohumeral internal rotation deficit in the asymptomatic professional pitcher and its relationship to humeral retroversion. *J Sports Sci Med*. 2008; 7 (1): 78–83.
- Torres RR, Gomes JL. Measurement of glenohumeral internal rotation in asymptomatic tennis players and swimmers. *Am J Sports Med*. 2009; 37 (5): 1017–23.
- Myklebust G, Hasslan L, Bahr R, et al. High prevalence of shoulder pain among elite Norwegian female handball players. *Scand J Med Sci Sports*. 2013; 23 (3): 288–94.
- Tonin K, Stražar K, Burger H, et al. Adaptive changes in the dominant shoulders of female professional overhead athletes: mutual association and relation to shoulder injury. *Int J Rehabil Res*. 2013; 36 (3): 228–35.
- Burkhart SS, Morgan CD, Kibler WB. Shoulder injuries in overhead athletes. The »dead arm« revisited. *Clin Sports Med*. 2000; 19 (1): 125–58.
- Grossman MG, Tibone JE, McGarry MH, et al. A cadaveric model of the throwing shoulder: a possible etiology of superior labrum anterior-to-posterior lesions. *J Bone Joint Surg Am*. 2005; 87 (4): 824–31.
- Huffman GR, Tibone JE, McGarry MH, et al. Path of glenohumeral articulation throughout the rotational range of motion in a thrower's shoulder model. *Am J Sports Med*. 2006; 34 (10): 1662–9.
- Clabbers KM, Kelly JD, Bader D, et al. Effect of posterior capsule tightness on glenohumeral translation in the late-cocking phase of pitching. *J Sports Rehabil*. 2007; 16 (1): 41–9.
- Yamamoto N, Itoi E, Minagawa H, et al. Why is the humeral retroversion of throwing athletes greater in dominant shoulders than in nondominant shoulders? *J Shoulder Elbow Surg*. 2006; 15 (5): 571–5.
- Spigelman T. Identifying and assessing glenohumeral internal rotation deficit. *Athletic Therapy Today*. 2006; 11 (3): 23.
- Reeser JC, Joy EA, Porucznik CA, et al. Risk factors for volleyball-related shoulder pain and dysfunction. *PM R*. 2010; 2 (1): 27–36.
- Pieper HG. Humeral torsion in the throwing arm of handball players. *Am J Sports Med*. 1998; 26 (2): 247–53.
- Schwab LM, Blanch P. Humeral torsion and passive shoulder range in elite volleyball players. *Phys Ther Sport*. 2009; 10 (2): 51–6.
- Whiteley RJ, Adams RD, Nicholson LL, et al. Reduced humeral torsion predicts throwing-related injury in adolescent baseballers. *J Sci Med Sport*. 2010; 13 (4): 392–6.
- Crockett HC, Gross LB, Wilk KE, et al. Osseous adaptation and range of motion at the glenohumeral joint in professional baseball pitchers. *Am J Sports Med*. 2002; 30 (1): 20–6.
- Wilk KE, Meister K, Andrews JR. Current concepts in the rehabilitation of the overhead throwing athlete. *Am J Sports Med*. 2002; 30 (1): 136–51.
- Kibler WB. The role of the scapula in athletic shoulder function. *Am J Sports Med*. 1998; 26 (2): 325–37.

23. Ellenbecker TS, Roetert EP, Bailie DS, et al. Glenohumeral joint total rotation range of motion in elite tennis players and baseball pitchers. *Med Sci Sports Exerc.* 2002; 34 (12): 2052–6.
24. Laudner KG, Stanek JM, Meister K. The relationship of periscapular strength on scapular upward rotation in professional baseball pitchers. *J Sport Rehabil.* 2008; 17 (2): 95–105.
25. Maenhout A, van Eessel V, van Dyck L, et al. Quantifying acromiohumeral distance in overhead athletes with glenohumeral internal rotation loss and the influence of a stretching program. *Am J Sports Med.* 2012; 40 (9): 2105–12.
26. Burkhart SS, Morgan CD, Kibler WB. The disabled throwing shoulder: spectrum of pathology Part III: The SICK scapula, scapular dyskinesis, the kinetic chain, and rehabilitation. *Arthroscopy.* 2003; 19 (16): 641–61.
27. Scheib JS. Diagnosis and rehabilitation of the shoulder impingement syndrome in the overhand and throwing athlete. *Rheum Dis Clin North Am.* 1990; 16 (4): 971–88.
28. Martin RM, Fish DE. Scapular winging: anatomical review, diagnosis, and treatments. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2008; 1 (1): 1–11.
29. McQuade KJ, Dawson J, Smidt GL. Scapulothoracic muscle fatigue associated with alterations in scapulohumeral rhythm kinematics during maximum resistive shoulder elevation. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1998; 28 (2): 74–80.
30. Suzuki H, Swanik KA, Huxel KC, et al. Alterations in upper extremity motion after scapular muscle fatigue. *J Sport Rehabil.* 2006; 15 (1): 71–88.
31. DiGiovine NM, Jobe FW, Pink M, et al. An electromyographic analysis of the upper extremity in pitching. *J Shoulder Elbow Surg.* 1992; 1 (1): 15–25.
32. Cools AM, Witvrouw EE, Declercq GA, et al. Evaluation of isokinetic force production and associated muscle activity in the scapular rotators during a protraction-retraction movement in overhead athletes with impingement symptoms. *Br J Sports Med.* 2004; 38 (1): 64–8.
33. Cools AM, Witvrouw EE, Mahieu NN, et al. Isokinetic scapular muscle performance in overhead athletes with and without impingement symptoms. *J Athl Train.* 2005; 40 (2): 104–10.
34. Moraes GF, Faria CD, Teixeira-Salmela LF. Scapular muscle recruitment patterns and isokinetic strength ratios of the shoulder rotator muscles in individuals with and without impingement syndrome. *J Shoulder Elbow Surg.* 2008; 17 (1): 48–53.
35. Torres EM, Kraemer WJ, Vingren JL, et al. Effects of stretching on upper-body muscular performance. *J Strength Cond Res.* 2008; 22 (4): 1279–85.
36. Cole AK, McGrath ML, Harrington SE, et al. Scapular bracing and alteration of posture and muscle activity in overhead athletes with poor posture. *J Athl Train.* 2013; 48 (1): 12–24.
37. Dvir Z. Physiological and biomechanical aspects of isokinetics. In: Dvir Z, ed. *Isokinetics*. 2nd ed. Edinburgh: Churchill Livingstone; 2004. p. 1–24.
38. Ellenbecker TS, Davies GJ. The application of isokinetics in testing and rehabilitation of the shoulder complex. *J Athl Train.* 2000; 35 (3): 338–50.
39. Noffal GJ. Isokinetic eccentric-to-concentric strength ratios of the shoulder rotator muscles in throwers and nonthrowers. *Am J Sports Med.* 2003; 31 (4): 537–41.
40. Yildiz Y, Aydin T, Sekir U, et al. Shoulder terminal range eccentric antagonist/concentric agonist strength ratios in overhead athletes. *Scand J Med Sci Sports.* 2006; 16 (3): 174–80.
41. Reeser JC, Verhagen E, Briner WW, et al. Strategies for the prevention of volleyball related injuries. *Br J Sports Med.* 2006; 40 (7): 594–600.
42. Stickley CD, Hetzler RK, Freemyer BG, et al. Isokinetic peak torque ratios and shoulder injury history in adolescent female volleyball athletes. *J Athl Train.* 2008; 43 (6): 571–7.
43. Heinemeier KM, Olesen JL, Schjerling P, et al. Short-term strength training and the expression of myostatin and IGF-I isoforms in rat muscle and tendon: differential effects of specific contraction types. *J Appl Physiol.* 2007; 102 (2): 573–81.
44. Kaux JF, Drion P, Libertaux V, et al. Eccentric training improves tendon biomechanical properties: a rat model. *J Orthop Res.* 2013; 31 (1): 119–24.
45. Jost B, Zumstein M, Pfirrmann CW, et al. MRI findings in throwing shoulders: abnormalities in professional handball players. *Clin Orthop Relat Res.* 2005; (434): 130–7.
46. Brush J C, Bak K, Johannsen HV, et al. Swimmers' painful shoulder arthroscopic findings and return rate to sport. *Scand J Med Sci Sports.* 2007; 17 (4): 373–7.
47. Myklebust G. Team handball. In: Caine DJ, Harmer PA, Schiff MA, eds. *Epidemiology of injury in olympic sports*. Hoboken (NJ): Wiley-Blackwell; 2010. p. 260–6.

48. Zupanc O, Meglič U. Ruptura rotatorne manšete. In: Antolič V, Zupanc O, Pompe B, eds. Rama: klinične poti zdravljenja. Ljubljana: Ortopedska klinika; 2012. p. 26–7.
49. Green S, Buchbinder R, Hetrick SE. Physiotherapy interventions for shoulder pain. 2003 Apr 22 [citirano 2014 Apr 5]. In: Cochrane Database of Systematic Reviews [Internet]. Hoboken (NJ): John Wiley & Sons, Ltd. Dosegljivo na: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/14651858.CD004258/abstract>
50. Moraes VY, Lenza M, Tamaoki M, et al. Platelet-rich therapies for musculoskeletal soft tissue injuries. 2013 Dec 23 [citirano 2014 Apr 5]. In: Cochrane Database of Systematic Reviews [Internet]. Hoboken (NJ): John Wiley & Sons, Ltd. Dosegljivo na: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/14651858.CD010071/abstract>
51. Cole A, Pavlou P. The shoulder and pectoral girdle. In: Solomon L, Warwick D, Nayagam S, eds. Apley's system of orthopaedics and fractures. 9th ed. Boca Raton, Florida: CRC Press; 2010. p. 337–68.
52. Coghlan JA, Buchbinder R, Green S, et al. Surgery for rotator cuff disease. 2008 Jan 23 [citirano 2014 Apr 5]. In: Cochrane Database of Systematic Reviews [Internet]. Hoboken (NJ): John Wiley & Sons, Ltd. Dosegljivo na: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/14651858.CD005619.pub2/abstract>
53. Van der Meijden OA, Westgard P, Chandler Z, et al. Rehabilitation after arthroscopic rotator cuff repair: current concepts review and evidence-based guidelines. *Int J Sports Phys Ther.* 2012; 7 (2): 197–218.
54. Pedowitz RA, Yamaguchi K, Ahmad CS, et al. American Academy of Orthopaedic Surgeons Clinical Practice Guideline on: optimizing the management of rotator cuff problems. *J Bone Joint Surg Am.* 2012; 18 (2): 163–7.
55. Kibler WB in Murrell GAC. Shoulder pain. In: Brukner P, Kahn K, eds. Clinical sports medicine. 3rd ed. New York: McGraw-Hill; 2007. p. 243–54.
56. Stražar K. Patologija tetive dolge bicepsove glave. V: Antolič V, Zupanc O, Pompe B, eds. Rama: klinične poti zdravljenja. Ljubljana: Ortopedska klinika; 2012. p. 24–5.

Prispelo 28. 3. 2014