

UNIVERZA V LJUBLJANI

FAKULTETA ZA ŠPORT

Športno treniranje

Miha FAJON

**POZNA REHABILITACIJA IN PREVENTIVA
POŠKODB RAME V ŠPORTU**

diplomsko delo

Mentor: doc. dr. Miran Kondrič
Somentor: asist. dr. Nejc Šarabon
Recenzent: doc. dr. Mirjam Lasan
Konzultant: asist. dr. Marta Bon

Ljubljana, 2007

POZNA REHABILITACIJA IN PREVENTIVA POŠKODB RAME V ŠPORTU

Miha Fajon

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport, 2007

Število strani: **62**; število preglednic: **3**; število slik: **68**; število virov: **56**

IZVLEČEK

Športi, ki vsebujejo v svoji strukturi gibe nad glavo (met kopja, plavanje, tenis, rokomet, baseball) povzročajo velike mehanske obremenitve na ramenski sklep in njegove sosednje strukture ter lahko pripeljejo do poškodb. Ponavljajoči gibi lahko vodijo do le-teh zaradi preobremenitev ali prevelikih navorov. Najpogosteje so prizadete mišice rotatorne manšete, gleno-humeralni sklep in akromio-klavikularni sklep. Pri zdravljenju poškodb športnika je potrebno poznati in razumeti funkcionalno anatomijo in biomehaniko ramenskega obroča, vzroke poškodb ter ustrezne diagnostične postopke. Izrednega pomena je poznavanje značilnosti določenega športa in obremenitev, saj lahko le-te v veliki meri pomagajo pri odkrivanju vzrokov nastanka poškodbe ter vračanju športnika v polno aktivnost. Rezultati mnogih raziskav so pokazali pomembnost vsebin, sredstev in metod gibljivosti, funkcionalne sklepne stabilizacije in moči v preventivi in kasnejši fazi rehabilitaciji rame. Poškodbe so sestavni del športa in ne glede na preventivo bodo vedno prisotne.

Ključne besede: rama, preventiva, rehabilitacija, gibljivost, propriocepcija, moč

LATE STAGES OF REHABILITATION AND INJURY PREVENTION OF THE SHOULDER IN SPORT

Miha Fajon

University of Ljubljana, Faculty of Sport, 2007

Number of pages: **62**; number of tables: **3**; number of pictures: **68**; number of sources: **56**

ABSTRACT

Overhead sports such as javelin throw, swimming, tennis, handball and baseball place significant stress on the shoulder joint and surrounding structures and place the athlete at considerable risk of injuries. Mechanical loads applied at high frequency or intensity have the potential to injure involved tissues. Athletic injuries to the shoulder most commonly involve the rotator cuff, glenohumeral joint, and acromioclavicular joint. Successful shoulder rehabilitation depends on the understanding of the functional anatomy and biomechanics of the shoulder, the cause of injury and a complete and accurate diagnosis of the involved tissues. Therefore, a thorough understanding of the physical demands of the activity is a prerequisite to making a complete diagnosis and returning the athlete to safe, pain-free participation. Several studies demonstrate the importance of the stretching, joint stability, strength and power training methods and contents appropriate for the later phases of rehabilitation and shoulder injury prevention. Each sport has an inherent risk of injury based on the nature of the game and the activities of the players. Regardless of the injury prevention program, there will always be injuries in sports.

Key words: shoulder, prevention, rehabilitation, stretching, proprioception, strength, power

KAZALO

1	UVOD.....	5
2	PREDMET, PROBLEM IN NAMEN DELA	8
2.1	ANATOMIJA IN BIOMEHANIKA RAMENSKEGA OBROČA	8
2.1.1	Gleno-humeralni sklep	9
2.1.2	Sub-akromialni sklep.....	9
2.1.3	Skapulo-torakalni sklep.....	10
2.1.4	Akromio-klavikularni sklep	10
2.1.5	Sterno-klavikularni sklep	11
2.1.6	Mišice ramenskega obroča in gibi.....	11
2.2	MEHANIZMI IN PATOLOGIJA POŠKODB RAME.....	14
2.2.1	Analiza tehnike metov in plavanja.....	14
2.2.2	Utesnitveni sindrom in raztrganine rotatorne manšete.....	16
2.2.3	Nestabilnost v ramenskem sklepu	18
2.2.4	SLAP lezija	20
3	CILJI PROUČEVANJA.....	21
4	METODE DELA	22
5	VADBENE VSEBINE ZA RAMENSKI OBROČ	23
5.1	GIBLJIVOST	25
5.2	MOČ.....	32
5.3	FUNKCIONALNA SKLEPNA STABILIZACIJA.....	43
6	SKLEP.....	53
7	LITERATURA.....	56

1 UVOD

Ramenski obroč je več sklepni sistem, sestavljen iz petih med seboj ločenih sklepov, ki so funkcionalno združeni v dve skupini. Prvo skupino sklepov sestavljata: (i) gleno-humeralni sklep in (ii) sub-akromialni sklep. Drugo skupino sestavljajo trije sklepi: (i) skapulo-torakalni sklep, (ii) akromio-klavikularni sklep in (iii) sterno-klavikularni sklep. Sklepi vsake skupine so med seboj v mehanski povezavi in omogočajo zgornjemu udu gibanje v prostoru. Funkcionalno predstavljajo prvo povezavo v kinetični verigi zgornjega uda, ki se nato nadaljuje v komolčnem sklepu in podlahti ter konča v prstih. Gibljivost ramenskega obroča kot celote se po vrsti izvede v vsakem od naštetih sklepov.

Mišice ramenskega obroča tvorijo usklajen sistem, s pomočjo katerega je možna izvedba natančnih in ciljanih gibov zgornjega uda. Mišice pa nimajo pomena le v upravljanju gibov, temveč s svojim sinhronim delovanjem tudi stabilizirajo sklepne površine. Poleg dinamičnih dejavnikov (mišice ramenskega sklepa in lopatice), tudi statični (negativen znotrajsklepni pritisk, geometrijska razmerja sklepnih površin ter stik ovojnica-vezi-labrum) zagotavljajo funkcionalno stabilnost ramenskega sklepa.

Ramenski obroč ima pomembno vlogo pri vsakodnevnih opravilih, saj nam zaradi izjemnega obsega gibljivosti omogoča, da lahko z roko sežemo nad glavo, za hrbet in na vse točke vmes. Zelo pomemben pa je tudi pri športnih gibanjih, kjer sama narava športne panoge zahteva ponavljajoče gibe v tem sklepu (npr. plavanje) ali pa je za rezultat pomembno doseganje velikih kotnih hitrosti (meti). Ta prednost hkrati pomeni tudi, da je rama, kot eden najbolj gibljivih sklepov, tudi izredno ranljiva in dovzetna za poškodbe.

Pri zdravljenju poškodb športnika je potrebno poznati in razumeti osnovno anatomijo in biomehaniko ramenskega obroča ter ustrezne diagnostične postopke ter preventivne in kurativne terapevtske postopke. Izrednega pomena je tudi

poznavanje značilnosti določenega športa in obremenitev, saj lahko le-te v veliki meri pomagajo pri odkrivanju vzrokov nastanka poškodbe.

V literaturi, tako domači kot tuji (Bregar, 2006; Millett, Wilcox, O'Holleran, & Warner, 2006), so velikokrat predstavljena sredstva in metode, ki so bodisi osredotočena na zgodnjo fazo rehabilitacije rame, bodisi do stopnje, ki omogoča opravljanje osnovnih dnevnih aktivnosti. Pri športniku pa je iskanje optimalnih rehabilitacijskih rešitev z minimalno izgubo časa izjemnega pomena. Program rehabilitacije športnika načrtujemo strogo individualno, prilagojeno konkretnemu bolniku, njegovi okvari in obstoječemu funkcionalnemu primanjkljaju. Po opravljeni rehabilitaciji je potrebno športnika postopno vrniti v športno aktivnost.

Z načrtnim, sistematičnim in rednim preventivnim delovanjem je mogoče zmanjšati dovzetnost za nastanek poškodb in doseči stanje optimalne funkcionalnosti. Doseči skušamo normalno gibljivost, moč in sklepno stabilizacijo.

Gibljivost je sposobnost izvedbe gibov z veliko amplitudo. Čeprav je pogosto obravnavana kot ločena motorična sposobnost, se je potrebno zavedati, da ima pomemben vpliv na nekatere druge sposobnosti. Ustrezna gibljivost med drugim omogoča optimalnejši odnos navor-kot in delovanje mišične sile na daljši poti. Na drugi strani pa se zmanjšana gibljivost odraža tako v spremenjeni statiki sklepnih sistemov, kakor tudi preoblikovanju dinamičnih nalog. V športu mora trening zaradi nenehnih obremenitev obvezno vključevati tudi vsebine raztezanja, ki naj zasledujejo tako kratkoročne (akutni učinki ogrevanja) kot dolgoročne cilje (trening gibljivosti za doseganje kroničnih učinkov).

Moč je fizikalno opredeljena kot sposobnost opravljanja dela v nekem časovnem intervalu. Veliko športnih panog vsebuje gibanja (meti, skoki, šprinti, hitre spremembe smeri, udarci), ki so odvisna od te motorične sposobnosti. Pri treningu moči uporabljamo ustaljene metode za razvoj mišične mase ter nivoja aktivacije. Vsebine treninga moči morajo biti izbrane tako, da so mišične skupine ter sklepne in ob sklepne strukture izpostavljene postopno vedno večjim silam. Večina

poškodb mehkih tkiv je povezana z ekscentričnimi ali ekscentrično-koncentričnimi kontrakcijami. Zato je pomembno, da v preventivi in kasni rehabilitaciji vadba moči vsebuje tudi ta dva tipa mišičnega naprežanja.

Celosten rehabilitacijski oziroma zdravstveno-preventivni program mora vključevati tudi vadbo funkcionalne sklepne stabilizacije (FSS), ki se je izkazala za zelo učinkovito sredstvo tako v preventivi kot kasni rehabilitaciji. Pri FSS gre za povezavo med senzoričnim in motoričnim sistemom. V senzorično motorični sistem so vključeni mehanoreceptorji, ki pošiljajo signale v centralni živčni sistem, kjer se nato na osnovi zavestne in refleksne aktivacije omogoči natančno gibanje oziroma hitro prilagajanje gibanja trenutnim okoliščinam. S koordinacijo motoričnih ukazov iz refleksnih in descendentnih motoričnih poti se uravnava togost mišice. Ta zagotavlja dinamično stabilnost sklepa (sposobnost primerne aktivacije mišic, ki stabilizirajo sklep). FSS je ključna komponenta dinamične stabilnosti sklepa, saj na osnovi aferentnih informacij indirektno ustvarja in prilagaja eferentni odgovor, ki omogoča živčno-mišičnemu sistemu ohranjati ravnotežje.

Osnovni namen dela je predstavitev kompleksnega pregleda vsebin, sredstev in metod primernih v kasnejši fazi rehabilitacije in preventivi rame. Narejen je na osnovi pregleda literature ter zlasti bazičnih in aplikativnih znanj živčno-mehanskih osnov gibanja ter osnov športnega treniranja. Pregled temelji na postopnosti obremenjevanja pri razvoju vseh motoričnih sposobnosti in omogoča športniku postopno vrnitev v popolno športno aktivnost. Poleg tega vključuje tudi argumentiran izbor vaj za ramenski obroč z vidika funkcionalne anatomije in biomehanike ter izpostavljene indikacije oziroma kontraindikacije za njihov izbor.

2 PREDMET, PROBLEM IN NAMEN DELA

Predmet diplomskega dela je ramenski obroč. Problem je vezan na kinezioterapevtsko reševanje težav omenjenega sklepa. Namen dela je, na osnovi pregleda literature ter zlasti bazičnih in aplikativnih znanj živčno-mehanskih osnov gibanja ter osnov športnega treniranja, predstaviti vsebine, sredstva in metode primerne v kasnejši fazi rehabilitacije in preventivi ramenskega obroča.

Za boljše razumevanje je v nadaljevanju poglavja predstavljena anatomija ramenskega obroča in njegova biomehanika. Na podlagi primerov značilnih športnih gibanj so pojasnjeni najpogostejši mehanizmi za nastanek akutnih poškodb in preobremenitvenih sindromov, ki se navezujejo na omenjeni topološki predel.

2.1 ANATOMIJA IN BIOMEHANIKA RAMENSKEGA OBROČA

Ramenski obroč je več sklepni sistem, sestavljen iz petih med seboj ločenih sklepov, ki so funkcionalno združeni v dve skupini. Prvo skupino sklepov sestavljata: (i) gleno-humeralni sklep in (ii) sub-akromialni sklep. Drugo skupino sestavljajo trije sklepi: (i) skapulo-torakalni sklep, (ii) akromio-klavikularni sklep in (iii) sterno-klavikularni sklep (Travnik, Košak, Mavčič, & Antolič, 2005).

Sklepi vsake skupine so med seboj v mehanski povezavi in omogočajo zgornjemu udu gibanje v prostoru. Funkcionalno predstavljajo prvo povezavo v kinetični verigi zgornjega uda, ki se nato nadaljuje v komolčnem sklepu in podlahti ter konča v prstih. »Gibljivost ramenskega obroča kot celote se po vrsti izvede v vsakem od naštetih sklepov. Vsak gib v ramenu se manifestira v vsakem posameznem sklepu« (Travnik et al., 2005, str. 9).

2.1.1 Gleno-humeralni sklep

Gleno-humeralni sklep predstavlja ramenski sklep v ožjem smislu in je najpomembnejši sklep ramenskega obroča. Okroglina sklepne površine na glenoidu (sklepna jamica) lopatice je manjša kot na glavici nadlahtnice. Nekateri avtorji (Travnik et al., 2005) slikovito opisujejo to razmerje, kot da bi košarkarska žoga stala na krožniku za skodelico kave. Skladnost sklepnih površin zagotavlja obroč iz vezivne hrustančevine (labrum), vpet med robove hrustanca in sklepno ovojnico. Labrum poveča globino glenoidalnega dela in površino sklepa, pomembno pa prispeva tudi k stabilnosti sklepa. Vezi so okrepitve sklepne ovojnice, ki je tanka in ohlapna ter dopušča, da se sklepne površine razmaknejo do 5 cm. Razlikujemo tri gleno-humeralne vezi ter korako-humeralno vez. Njihova naloga je zagotavljanje stabilnosti v končnih legah gibanja, ko zaustavijo nadaljevanje giba. Korako-humeralna vez je najpomembnejša vez ramenskega obroča in je vesilo zgornjega uda. Omogoča njeno nošenje brez naprežanja mišic. V gleno-humeralnem sklepu se izvajajo tri različne vrste artrokinematičnih gibanj: rotacija, translacija ter kombinacija obeh (Drobnič, 2005; Travnik et al., 2005).

2.1.2 Sub-akromialni sklep

Sub-akromialni sklep ni pravi sklep, ampak je prostor v obliki kanala, v katerem leži in potuje tetiva in del mišice supraspinatus. Kanal je omejen z naslednjimi strukturami: zadaj s kolčico (akromionom) lopatice, spredaj je kljunasti odrastek (korakoid) in zgoraj korako-akromialna vez. Vse strukture skupaj imenujemo korako-akromialni lok. Ta se v smeri proti lopatici nadaljuje v tog kanal. Sub-akromialni sklep je glede na drsne površine funkcionalno vezan na gleno-humeralni sklep (Travnik et al., 2005).

2.1.3 Skapulo-torakalni sklep

Skapulo-torakalni sklep je mišično-vezivni stik med telesom lopatice in rebri in je najpomembnejši sklep druge skupine. Funkcionalno je vezan na akromio-klavikularni in sterno-klavikularni sklep. Skapulo-torakalni sklep nima pravih sklepnih struktur in ima relativno omejeno gibljivost. V sklepu je možna elevacija, depresija, protrakcija in retrakcija lopatice. Ti gibi so del zaprte kinetične verige, ki vključuje gibanje akromio-klavikularnega in sterno-klavikularnega sklepa (Travnik et al., 2005).

Skapulo-torakalno gibanje ima pomembno vlogo, ker poveča gleno-humeralno stabilnost, z dvigovanjem kolčice preprečuje utesnitev pri elevaciji ter vzdržuje primerno napetost gleno-humeralnih mišic. Od 180° abdukcije v rami se 60° izvede v skapulo-torakalnem, 120° pa v gleno-humeralnem sklepu (Travnik et al., 2005).

2.1.4 Akromio-klavikularni sklep

Akromio-klavikularni sklep je močan vezivni spoj med ključnico in kolčico. Sklep ima dve skoraj ravni sklepni površini, ki sta pokriti s sklepnim hrustancem. Sklepna ovojnica, ki obdaja sklep ima na zgornji površini učvrstitev, ki se imenuje akromio-klavikularna vez, ki vzdržuje horizontalno stabilnost (Travnik et al., 2005)..

Med kljunastim odrastkom in ključnico je razpeta korako-klavikularna vez. Primarna funkcija te vezi je napenjanje akromio-klavikularnega sklepa, poleg tega pa vzdržuje vertikalno stabilnost. Edina povezava zgornjega uda z aksialnim skeletom poteka prek akromio-klavikularnega in sterno-klavikularnega sklepa (Travnik et al., 2005).

2.1.5 Sterno-klavikularni sklep

Sterno-klavikularni sklep je zveza med sklepnama gladčinama ključnice in prsnice s pravimi anatomskimi sklepnimi površinami (Travnik et al., 2005).

2.1.6 Mišice ramenskega obroča in gibi

»Mišice ramenskega obroča tvorijo usklajen sistem s pomočjo katerega je možna izvedba natančnih in ciljanih gibov zgornjega uda« (Jakovljević, & Hlebš, 2002, str. 91). Mišice pa nimajo pomena le v opravljanju gibov, temveč s svojim sinhronim delovanjem tudi stabilizirajo sklepne površine v anatomskem položaju.

Zaradi lažjega pregleda bom v nadaljevanju ločil mišice ramenskega obroča na mišice ramenskega sklepa in mišice lopatice.

Glavni dinamični stabilizator ramenskega sklepa je dvoslojna struktura mišic. Zunanji sloj mišic obsega močnejše mišice, ki premikajo ramenski sklep (deltoideus, pectoralis major, latissimus dorsi, teres major, kratka glava biceps brachii, coracobrachialis, triceps brachii), notranji sloj mišic pa sestavlja rotatorna manšeta.

Rotatorno manšeto sestavljajo štiri mišice (subscapularis, infraspinatus, supraspinatus in teres minor). Vse mišice izhajajo iz lopatice in se skupaj naraščajo na veliko ali malo grčico nadlahtnice. Narastišča mišic rotatorne manšete sestavljajo skupno tetivo-manšeto, ki neprekinjeno ovija glavico nadlahtnice, kar omogoča mišicam, da jo obračajo v različnih smereh in ravninah (Stok, 2005). Na ta način stabilizirajo glavico nadlahtnice v glenoidni kotanji in omejujejo translacijo. Dinamični učinek rotatorne manšete omogoča upiranje strižnim silam zunanjega sloja in je torej permisivni dejavnik, ki omogoča premikanje nadlahtnice (Travnik et al., 2005). Poleg omenjenih mišic je dolga glava bicepsa tudi funkcionalni del rotatorne manšete.

V Tabeli 1 so prikazani gibi, ki jih je mogoče izvesti v ramenskem sklepu ter mišice, ki pri tem sodelujejo bodisi kot agonisti, sinergisti ali fiksatorji.

VRSTA GIBA	AGONISTI	SINERGISTI	FIKSATORJI
Antefleksija	deltoideus (sprednji snopi), coracobrachialis	Deltoideus (srednji snopi), pectoralis major (klavikulni del), biceps brachii, trapezius (zgornji in spodnji snopi), serratus anterior	Lopatico fiksirata trapezius in subclavius
Retrofleksija	latissimus dorsi, teres major, deltoideus (zadnji snopi)	triceps brachii (dolga glava), teres minor, subscapularis, pectoralis major (sternalni del)	triceps brachii in coracobrachialis fiksirata ramenski sklep; rhomboideus (major, minor) lopatico; trebušne in medrebrne mišice rebra; m. erector spinae pa sklepe hrbtenice
Abdukcija	deltoideus (srednji snopi), supraspinatus	deltoideus (sprednji in zadnji snopi), serratus anterior, infraspinatus, pectoralis major (klavikularni del), biceps brachii (dolga glava)	infraspinatus, teres minor, trapezius, subclavius
Horizontalna addukcija	Pectoralis major	Deltoideus (sprednji snopi), coracobrachialis, biceps brachii	Trapezius (zgornji snopi) in subclavius fiksirajo ključnico; serratus anterior in trapezius (srednji snopi) fiksirajo lopatico
Zunanja rotacija	Infraspinatus, teres minor	Deltoideus (zadnji snopi)	trapezius (srednji snopi), rhomboideus (major, minor)
Notranja rotacija	Subscapularis, teres major	Pectoralis major (sternokostalni del), latissimus dorsi, deltoideus (sprednji snopi)	Pectoralis major in serratus anterior fiksirata lopatico

Tabela 1: Funkcija mišic ramenskega sklepa pri določenih gibih (Jakovljević et al., 2002).

Lopatica nima neposrednih sklepnih ali vezivnih zvez s prsnim košem. Nanj je vpeta le z mišicami ter posredno s ključnico. Giblje se lahko neodvisno od ramenskega sklepa, vendar je njeno gibanje pogosto funkcionalno združeno z gibi v ramenskem sklepu. Mišice, ki učvrstijo lopatico na prsni koš, so obenem fiksatorji pri večini gibov v ramenskem sklepu (Jakovljević, et al., 2002).

V Tabeli 2 so prikazani gibi lopatice, ter mišice, ki pri tem sodelujejo bodisi kot agonisti, sinergisti ali fiksatorji.

VRSTA GIBA	AGONISTI	SODELUJOČI SINERGISTI	FIKSATORJI
Elevacija	trapezius (zgornji snopi), levator scapulae	Rhomboideus (major, minor), sternocleidomastoideus (klavikularni del)	Pri enostanski elevaciji lopatice stabilizirajo nasprotno stran mišice, ki izvajajo lateralno fleksijo vratu in preprečujejo ekstenzijo
Retrakcija	Trapezius (srednji snopi)	Trapezius (zgornji in spodnji snopi)	Trebušne in hrbtne mišice
Retrakcija in notranja rotacija	Rhomboideus (major, minor)	Trapezius (srednji snopi)	Trebušne in hrbtne mišice
Depresija in retrakcija	Trapezius (spodnji snopi)	Trapezius (srednji snopi) in rhomboideus pri addukciji	Trebušne in hrbtne mišice fiksirajo hrbtenico
Protrakcija in zunanja rotacija	Serratus anterior	Trapezius (zunanja rotacija), pectoralis (major, minor) pri abdukciji	Trebušne mišice, intercostales interni, levator scapulae

Tabela 2: Funkcija mišic lopatice pri določenih gibih (Jakovljević et al., 2002).

Poleg dinamičnih dejavnikov (mišice ramenskega sklepa in lopatice), tudi statični (negativen znotraj sklepni pritisk, geometrijska razmerja sklepnih površin ter stik ovojnica-vezi-labrum) zagotavljajo funkcionalno stabilnost ramenskega sklepa (Drobnič, 2005).

2.2 MEHANIZMI IN PATOLOGIJA POŠKODB RAME

Ramenski obroč nam zaradi izjemnega obsega gibljivosti omogoča, da lahko z roko sežemo nad glavo, za hrbet in na vse točke vmes. Zato ima pomembno vlogo pri vsakodnevnih opravilih. Njegovo usklajeno delovanje ima izreden pomen tudi pri športnih gibanjih, kjer sama narava športne panoge zahteva ponavljajoče gibe v tem sklepu (npr. plavanje) ali pa je rezultat v veliki meri odvisen od doseganja velikih kotnih hitrosti in pospeškov (meti). Ta prednost pa hkrati pomeni tudi to, da je rama, kot eden najbolj gibljivih sklepov, tudi izredno ranljiva in dovzetna za poškodbe.

Z naraščanjem popularnosti vseh pojavnih oblik športa in športnega načina življenja v Sloveniji, je kot drugje po svetu, naraslo število poškodb ramena, ki so posledica intenzivne vadbe.

Obstajajo številni mehanizmi nastanka poškodb. Zaradi lažje predstave, kako do njih pride, bosta na začetku opisana tehnika meta in plavanja, v nadaljevanju pa še najpogostejše poškodbe in vzroki le-teh.

2.2.1 Analiza tehnike metov in plavanja

Pri vseh metih je cilj tehnike podeliti orodju čim večjo izmetno hitrost. Le-ta je odvisna od zaleta in pravilnega vključevanja posameznih mišičnih skupin v izmetno akcijo. Pri metih praviloma sodelujejo mišice vsega telesa, po načelu odprte kinetične verige. V začetku meta se vključujejo močnejše mišične skupine (mišice nog in trupa) ob zaključku pa vse manjše mišične skupine (mišice ramen in rok) (Čoh, 1992). Meti pri različnih športnih panogah (rokomet, vaterpolo, baseball, met kopja,...) imajo zelo podobno strukturo, sestavljeno iz več faz. V začetni fazi metalec postavi vse telesne segmente v ustrezen ravnotežni položaj za izmet rekvizita, ki mu bo v nadaljnjih fazah omogočal doseganje največjih hitrosti. Le-ta

pa se od panoge do panoge nekoliko razlikuje. Iz začetnega položaja potuje roka s katero mečemo v t.i. protizamah, pri čemer gre rama v abdukcijo in maksimalno zunanjo rotacijo (faza priprave). Pri tem prihaja do ekscentričnega krčenja notranjih rotatorjev in horizontalnih adduktorjev, ki delujejo kot nekakšne zavore in poskušajo upočasniti gibanje ter preprečiti prekomerne amplitude. V teh mišicah in njihovih kitah ter drugih elastičnih elementih se shranjuje energija. Za metalce je značilno, da imajo povečano zunanjo rotacijo aktivne, metalne roke (Bigliani et al., 1997), s čimer je zagotovljeno delovanje mišične sile na daljši poti. Fazi priprave sledi faza pospeševanja, kjer potuje rama v notranjo rotacijo in horizontalno addukcijo. Če koncentrična faza krčenja sledi dovolj hitro ekscentrični, potem elastični elementi akumulirano energijo sprostijo v kinetično in mehansko delo v začetku koncentrične faze, kar se kaže v večji mišični sili (Šarabon, Fajon, Zupanc, & Drakslar, 2005). V tej fazi prihaja do izredno visokih kotnih hitrosti in pospeškov. Različne študije so pokazale, da je maksimalna izmetna hitrost eden najpomembnejših dejavnikov končnega rezultata v metu kopja (Best, Barlett, & Morriss, 1993). Ramena so tisti segment telesa, ki je v delovanju mišične verige ključni generator učinkovitosti pri izmetu kopja (Čoh, Milanovič, Emberšič, & Žvan, 2001). Fazi pospeševanja sledi nadaljevanje giba roke do konca, ki se začne, ko žoga zapusti roko, rama pa nadaljuje z notranjo rotacijo in horizontalno addukcijo. V tej fazi se kotne hitrosti telesnih segmentov zmanjšujejo, kot posledica ekscentrične aktivnosti mišic.

V plavalni tehniki kravl plavalec leži iztegnjen v prsnem položaju na vodni gladini z glavo med vzročeni rokami. Pri tem izvaja izmenične zavesljaje, tako da je kot med rokami približno 90 stopinj. Ko prvo roko vbada v vodo, ima drugo pod vodno gladino pravokotno na telo. Samo tehniko zaradi boljše preglednosti razdelimo v več faz. V prvi fazi plavalec vbode skoraj iztegnjeno roko v vodo pred glavo v prostoru med bočnima ravninama telesa in ramena. V fazi zajemanja izteguje roko naprej toliko časa, dokler z drugo roko ne zaključi zaveslaja pod vodo. Temu sledi postopno krčenje roke v komolcu navzdol in navzven. Pri tem z dlanjo vodi gibanje do položaja visokega komolca, ki jo označimo kot faza »giba dol«. Nato zavesla polkrožno noter, nazaj in gor do bočne ravnine telesa. Roko krči še naprej do kota

90 stopinj med nadlahtjo in podlahtjo. Temu sledi iztegovanje roke nazaj, navzven in navzgor. Zavesljaj pod vodo zaključi ob stegnu s skoraj iztegnjeno roko. V fazi »giba gor« roko popusti in jo izvleče iz vode v položaju spuščenega komolca in zapestja. Z zadnjo fazo (vračanje roke nad vodo) plavalec začne v trenutku, ko s komolcem prebije vodno gladino. Roko krči do položaja visokih komolcev. Podlaht, visečo v komolcu, prenese sproščeno naprej, tako da dlan, ki je v celoti iz vode, giblje čim bližje telesu. Do ramena vodi vračanje roke nad vodo s komolcem, nato pa izteguje roko in pripravlja dlan za vbod v vodo« (Kapus, 2002).

2.2.2 Utesnitveni sindrom in raztrganine rotatorne manšete

Ena najpogostejših poškodb je utesnitveni sindrom rame (impingement syndrom), ki nastane zaradi prostorske stiske med korako-akromialnim lokom, ki ga sestavljajo kolčica, kljunasti odrastek in korako-akromialna vez ter rotatorno manšeto. Od vseh tetiv, ki sestavljajo rotatorno manšeto, je skoraj vedno prizadeta tetiva supraspinatusa, ki sodeluje s strukturami korako-akromialnega loka v t.i. strehi ramenskega sklepa (Košak, & Travnik, 2005). Pri aktivni abdukciji v rami poškodovani čuti bolečino, dokler je velika grčica nadlahtnice z narastiščem supraspinatusa v stiku s kolčico in lokom korako-akromialne vezi, t.j. med 70° in 130° abdukcije. Pred in po tem položaju je velika grčica razbremenjena in hujše bolečine ni (Ponikvar, 2005).

Težave se pogosto pojavijo pri športnikih, ki pri svojih aktivnostih ponavljajo gib abdukcije in zunanje rotacije, zlasti nad glavo (plavalci, metalci kopja, rokometaši). Ponavljajoči meti lahko vodijo do utesnitvenega sindroma bodisi zaradi preobremenitev ali prevelikih sil, kot posledica visokih kotnih hitrosti in pospeškov. Do sindroma lahko pride zlasti v fazi priprave, ko je rama v skrajni zunanji rotaciji in abdukciji, v fazi pospeševanja, ko gre rama v notranjo rotacijo in horizontalno addukcijo ali na prehodu med obema fazama.

Pri plavanju praviloma prihaja do poškodb zaradi velikih obremenitev (sindrom preobremenitve - overuse syndrom), saj vrhunski plavalci preplavajo 10-25 kilometrov dnevno. Večino teh razdalj (75%-90%) preplavajo v tehniki kravl in pri tem izvedejo 16000 ali več ciklov vsak teden (Richardson, Jobe, & Collins, 1980). Poleg tega zajema njihov trening tudi izvedbo vaj za moč na suhem in tako je ramenski sklep zelo obremenjen. Zaradi tega prihaja do blage nestabilnosti, ki nastopi zaradi utrujenosti mišic rotatorne manšete in posledično povzroči pomik glavice nadlahtnice naprej in navzgor, kar pomeni nasedanje rotatorne manšete na korako-akromialni lok. Do sindroma največkrat prihaja v fazi vračanja roke nad vodo, ko gre rama v abdukcijo in zunanjo rotacijo. Do utesnitve lahko pride tudi v fazi zajemanja, ko je ramenski obroč v elevaciji, v fazi giba dol, ko je roka v abdukciji in notranji rotaciji, ter v fazi giba gor, če plavalec izvaja velik obseg notranje rotacije. Poleg preobremenitve, lahko bolečino v rami izzove nepravilna tehnika, mišično neravnovesje ali nestabilnost ramenskega sklepa.

Z leti prihaja na mestih ponavljajočih se stisnjenj v tetivah, zlasti v tetivi supraspinatusa, do degenerativnih sprememb (Košak et al., 2005). Zaradi anatomskih razmer so le-te najpogosteje locirane na mestu največje obremenitve, v predelu tetive supraspinatusa (Stok, 2005; Košak et al., 2005). Degenerativne spremembe oslabijo mehanske lastnosti rotatorne manšete, kar lahko pripelje do raztrganin kit in mišic.

Do raztrganin pa lahko pride tudi spontano, zlasti pri tistih športnih panogah, kjer prihaja do velikih mehanskih sil. Pri metanju rekvizitov do njih pride ob prehodu iz faze priprave v fazo pospeševanja. Pri tem pride do ekscentrično-koncentrične kontrakcije in v času preklopa so mehanske sile največje (Enoka, 1994). Še pogosteje pa prihaja do takšnih poškodb v rokometu pri zaustavljanju napadalca. Obrambni igralci skušajo zaustaviti met napadalca, ko je le-ta v fazi pospeševanja, tako da ga primejo za podlaket ali komolec in zaradi nasprotnih sil je glenohumeralni sklep v zelo neugodnem položaju in dovzeten za poškodbo.

Raztrganine pa so lahko posledica različnih, zlasti nekontroliranih padcev. V rokometu do njih pride v protinapadih, ko igralci razvijejo velike hitrosti in so nepravilno zaustavljeni s strani obrambnih igralcev od zadaj ali pa s strani. Podobno je tudi v borilnih športih, ameriškem nogometu,...

Glede na velikost poškodb jih delimo na delne raztrganine kite supraspinatusa, raztrganine celotne debeline kite in popolne raztrganine rotatorne manšete, kjer je prizadetih več kit. Pri popolnem pretrganju kite m. supraspinatusa je abdukcija navadno popolnoma izgubljena in se lahko izvaja samo s pomočjo deltoideusa do približno 30° (Stok, 2005).

2.2.3 Nestabilnost v ramenskem sklepu

Izraz »nestabilnost« zajema več patoloških sprememb v ramenskem sklepu, ki se kažejo kot pravi izpahi (luksacije), delni izpahi (subluksacije) ali ohlapnost (laksnost) (Mahaffey, & Smith, 1999). Razlikujemo sprednjo, zadnjo, spodnjo ter večsmerno nestabilnost (Doukas, & Speer, 2001). Pri enosmernih nestabilnostih je ključna spodnja gleno-humeralna vez, ki je sestavljena iz treh delov. V abdukciji 90° njen sprednji pas preprečuje translacijo glavice naprej pri zunanji rotaciji, njen zadnji pas pa preprečuje premik nazaj pri notranji rotaciji.

Sprednja nestabilnost je daleč najpogostejša in je posledica bodisi jasnih poškodb bodisi preobremenitev spodnjega-sprednjega dela sklepne ovojnice in pripadajočih vezi. Poškodbeno nestabilnost je največkrat posledica neposredne poškodbe, izpaha, pri katerem pride do premika glavice naprej in navzdol. To se zgodi zelo pogosto pri padcih v borilnih športih, rokometu,... V t.i. klasičnem položaju - abdukcija in zunanja rotacija z ekstenzijo ali brez nje, je gleno-humeralni sklep biomehansko najmanj stabilen. Ob izpahu se spodnji-sprednji del sklepne ovojnice skupaj s sprednjim pasom spodnje gleno-humeralne vezi odtrga od pripenjališča na glenoid (Bankartova lezija) (Drobnič, 2005).

Druga vrsta sprednje nestabilnosti je preobremenitvena. Povzročijo jo mikro-poškodbe pri ponavljajočih se gibih, predvsem pri športih, ki vključujejo metanje, ter plavanju in tenisu. Za doseg boljšega izmeta mora biti nadlaht v ramenu rotirana čimbolj navzven. Pri tem prihaja do postopnega raztegovanja sprednjih stabilizatorjev ramena, najprej dinamičnih, nato pa se preobremenitev prenese na statične (sprednji del sklepne ovojnice in spodnja gleno-humeralna vez). Ker se njen sprednji pas postopno razteguje, ne more več preprečevati translacije glavice navzpred in to vodi v delne izpahe (Drobnič, 2005).

Zadnja gleno-humeralna nestabilnost je manj pogosta kakor sprednja. Največkrat gre za nestabilnost po izpahih glavice nazaj, do katerih pride, ko je nadlaht v fleksiji, addukciji in notranji rotaciji. Zadnji del sklepne ovojnice, ki je pri teh poškodbah neposredno poškodovan, nima tako izrazitih okrepitev kot so gleno-humeralne vezi v sprednjem delu (Petersen, 2000). Izpahi nazaj so lahko posledica tako akutnih poškodb, kakor tudi preobremenitvenih sindromov predvsem pri športnikih, ki z rokami zaustavljajo večjo silo v antefleksiji in notranji rotaciji nadlahti (npr. borilni športi, ustavljanje nasprotnika pri ameriškem nogometu). Do nje lahko prihaja tudi pri metih v fazi nadaljevanje giba roke do konca, ki se začne, ko žoga zapusti roko, rama pa nadaljuje z notranjo rotacijo in horizontalno addukcijo. Tu prihaja do raztegovanja zadnjega dela sklepne ovojnice in posledično translacije glavice navzpred kar lahko pripelje v delne izpahe.

Večsmerna gleno-humeralna nestabilnost ima lahko komponente sprednje, zadnje in spodnje nestabilnosti. Največkrat ni povezana z akutnimi poškodbami. Razvije se pri ljudeh, ki imajo prirojeno čezmerno ohlapnost veziva ali pa do nje pride ob ponavljajočih se preobremenitvah (metanje, plavanje, gimnastika) (Mahaffey et al., 1999). Sama ohlapnost veziva še ne povzroča simptomov, če pa se ji pridruži še oslabelelost mišic rotatorne manšete, se lahko razvije simptomatska nestabilnost (An, & Friedman, 2000).

2.2.4 SLAP lezija

SLAP (Superior Labrum Anterior to Posterior) lezija je poškodba narastišča tetive dolge bicepsove glave na zgornjem robu sklepne jamice lopatice. Ker se tetiva dolge bicepsove glave ob narastišču združi z labrumom, govorimo o poškodbi zgornjega labruma (Stražar, 2005). Možnih je več mehanizmov poškodbe, pri športu pa sta pogosti naslednji dve:

Pri padcu na iztegnjeno roko glavica nadlahtnice pritisne ob zgornji labrum in tetivo dolge bicepsove glave. Če so sile dovolj velike, se lahko zgornji labrum in tetiva dolge bicepsove glave odtrgata od narastišča na zgornjem robu sklepne jamice lopatice (Stražar, 2005).

Drugi mehanizem pa je značilen za športnike-metalce (rokomet, met kopja, baseball), ki povečajo hitrost meta s povečanjem zunanje rotacije v abduciranem ramenskem sklepu. S povečanjem rotacije se znotrajsklepni del tetive dolge bicepsove glave zavije okrog svoje osi. Bicepsova mišica se v končni fazi zamaha kontrahira. V fazi izmeta roka sledi smeri gibanja žoge, tetiva pa se ponovno zavrti okrog svoje osi. Dolga bicepsova glava se ekscentrično kontrahira in s tem zaustavi roko v končni fazi izmeta. Zaradi torzije in hkratne kontrakcije so sile v obeh skrajnih fazah lahko tako velike, da se tetiva natrga v znotrajsklepnem poteku, odtrga iz narastišča na labrum ali najpogosteje odtrga skupaj z zgornjim labrumom iz zgornjega roba glenoida. Podoben nastanek poškodbe je tudi pri udarcih nad glavo (servis, smash udarec) pri tenisu, squashu ali badmintonu ter med zaključnimi udarci ob mreži pri odbojki (Stražar, 2005).

3 CILJI PROUČEVANJA

- izbrati vsebine, sredstva in metode s katerimi zagotovimo ustrezno gibljivost ramenskega obroča
- izbrati vsebine, sredstva in metode s katerimi zagotovimo skladen razvoj moči mišičnih skupin rame
- izbrati vsebine, sredstva in metode za razvoj zavestne in refleksne živčno-mišične kontrole stabilizacije rame

4 METODE DELA

Diplomska naloga je monografskega tipa. Pri proučevanju problema so bili uporabljeni tako domači kot tuji viri. Največ podatkov in gradiva je bilo pridobljenih v strokovni in znanstveni literaturi. Za podatke, ki jih ni bilo možno dobiti med razpoložljivimi viri, je bila uporabljena metoda neformalnega intervjuja z ortopedi, fizioterapevti in trenerji. Poleg tega sem si pomagal tudi z lastnimi izkušnjami.

5 VADBENE VSEBINE ZA RAMENSKI OBROČ

Ramenski obroč je eden najbolj pogosto poškodovanih predelov telesa tako pri mladih kot tudi pri vrhunskih športnikih (Ong, Sekiya, & Rodosky, 2002; Kocher, Waters, & Micheli, 2000) in je velikokrat vzrok daljše odsotnosti vrhunskega športnika s terena (Williams, & Kelley, 2000). Pojavijo se psihološki problemi pri poklicnem športniku, v njegovi družini, šoli in okolici, saj mu taka poškodba lahko ogrozi športno kariero in celo existenco.

Pri zdravljenju poškodb športnika je potrebno poznati in razumeti osnovno anatomijo in biomehaniko ramenskega obroča ter ustrezne diagnostične postopke ter preventivne in kurativne terapevtske postopke. Izrednega pomena pa je tudi poznavanje značilnosti določenega športa in obremenitev, saj lahko le-te v veliki meri pomagajo pri odkrivanju vzrokov nastanka poškodbe (Zupanc, & Šarabon, 2004).

Z načrtnim, sistematičnim in rednim preventivnim delovanjem je mogoče zmanjšati dovzetnost za nastanek poškodb in doseči stanje optimalne funkcionalnosti. Doseči skušamo normalno gibljivost, moč, koordinacijo in sklepno stabilizacijo.

V literaturi, tako domači kot tuji, so velikokrat predstavljena sredstva in metode, ki so bodisi osredotočena na zgodnjo fazo rehabilitacije rame, bodisi do stopnje, ki omogoča opravljanje osnovnih dnevnih aktivnosti. Pri športniku pa je iskanje optimalnih rehabilitacijskih rešitev z minimalno izgubo časa izjemnega pomena. Program rehabilitacije načrtujemo strogo individualno, prilagojeno konkretnemu športniku, njegovi okvari in obstoječemu funkcionalnemu primanjkljaju. Po opravljeni rehabilitaciji je potrebno športnika postopno vrniti v športno aktivnost.

V nadaljevanju je predstavljen kompleksen pregled vsebin, sredstev in metod primernih v kasnejši fazi rehabilitacije in preventivi rame. Narejen je na osnovi pregleda literature ter zlasti bazičnih in aplikativnih znanj živčno-mehanskih osnov gibanja ter osnov športnega treniranja. Pregled temelji na postopnosti

obremenjevanja pri razvoju vseh motoričnih sposobnosti in omogoča športniku postopno vrnitev v popolno športno aktivnost. Poleg tega vključuje tudi argumentiran izbor vaj za ramenski obroč z vidika funkcionalne anatomije in biomehanike ter izpostavljene indikacije oziroma kontraindikacije za njihov izbor.

5.1 GIBLJIVOST

Gibljevost je sposobnost izvedbe gibov z veliko amplitudo. Čeprav je pogosto obravnavana kot ločena motorično sposobnost, se je potrebno zavedati, da ima pomemben vpliv na nekatere druge sposobnosti. Ustrezna gibljevost med drugim omogoča optimalnejši odnos navor-kot in delovanje mišične sile na daljši poti. Na drugi strani pa se zmanjšana gibljevost odraža tako v spremenjeni statiki sklepnih sistemov, kakor tudi preoblikovanju dinamičnih nalog (Šarabon, Fajon et al., 2005).

S treningom gibljevosti vplivamo tudi na zmanjšanje togosti mišično-kitnega sistema. Na ta način so kita in drugi elastični elementi bolj popustljivi in lahko shranijo več energije pri ekscentrično-koncentričnih kontrakcijah. V ekscentrični fazi ti elementi del energije shranijo. Če koncentrična faza krčenja sledi dovolj hitro ekscentrični, potem elastični elementi akumulirano energijo sprostijo v kinetično in mehansko delo v začetku koncentrične faze kar se kaže v večji mišični sili (Šarabon, Fajon et al., 2005).

Na gibljevost vpliva več dejavnikov. Na eni strani je potrebno upoštevati zgradbo mišično tetivnega kompleksa, drugi pomembni dejavnik pa je aktivacija mišice, na kateri temeljijo vse razlage akutnih mehanizmov raztezanja (refleks na nateg, recipročna inhibicija, rekurentna inhibicija, alfa in gama koaktivacija,...). Poleg teh pa vplivajo na gibljevost tudi sklepne strukture in koža s podkožnim maščevjem (Strojnik, 1997).

Razlikujemo pasivno in aktivno raztezanje. Pri pasivnem raztezanju raztegnemo mišico s pomočjo zunanje sile (statično in PNF raztezanje), pri aktivnem raztezanju pa uporabimo silo antagonistov (Alter, 1996). »Različnim metodam gibljevosti ni mogoče zanesljivo pripisati večje ali manjše uspešnosti. Mehanizmi, na podlagi katerih naj bi bile posamezne metode posebno uspešne, niso enako pomembni v eksperimentalnih okoliščinah in v okoliščinah vadbe, ko prihaja v

ospredje pomen različne aktivacije in sprostitve posameznih mišic« (Ušaj, 1997, str. 116).

Vendar pa je statična metoda z vidika zahtevnosti relativno enostavna in preprosta in zato primerna za začetno učenje raztezanja. Prednost te metode je v tem, da zaradi statičnosti ne prihaja do motenj, hkrati pa tudi ni potrebno izvajati drugih motečih dejavnosti (ravnotežje). Tako se lahko vadeči osredotoči na točno določeno nalogo in jo zaradi tega tudi bolje opravi. Tehnika statičnega raztezanja je torej zelo primerna za učenje zavedanja svojih mišic, kar je predpogoj za izvajanje bolj zapletenih in kompleksnih metod raztezanja, kot so PNF metode (Strojnik, 1997). Čeprav literatura navaja krajše (15 do 30 s) ponovitve raztezanja, izkušnje v praksi kažejo, da je smiselno trajanje le-teh, vsaj v uvodnem obdobju podaljšati. Pri osebah, ki z izdatnejšim treningom gibljivosti še nimajo izkušenj, je namreč težko doseči takojšnjo sprostitev med izvajanjem vaje. Zato se predlaga daljše trajanje ponovitev (40 do 90 s), vsaka vaja pa naj bo izvedena vsaj 4- do 6-krat (Šarabon, Košak, Fajon, & Drakslar, 2005).

Balistično raztezanje je raztezanje s pomočjo zamaha dela telesa ali zibanja v končnem položaju. Če je namen tega gibanja povečati gibljivost, prinašata oba načina veliko tveganje za poškodbe (prisotna je aktivacija mišice ob istočasni ekscentrični kontrakciji). Vključuje se namreč refleks na nateg, ker se mišica ne more tako hitro prilagajati, zelo težko je nadzorovati amplitudo gibanja, mišica pa je v ekstremnem položaju zelo občutljiva (mikropoškodbe). Zato se v športu zamahi zelo redko uporabljajo z namenom povečati gibljivosti.

PNF tehnike raztezanja so za izvajanje zahtevnejše kot statično ali balistično raztezanje. Bistvo te metode je, da se s pomočjo vključevanja nekaterih živčnih mehanizmov in procesov še dodatno inhibira raztezajočo mišico in zmanjša njen upor, kar bi omogočilo večje raztezanje.

Gibljivost se učinkovito povečuje le, če uporabljamo mejne in največje amplitude, ki jih pri določenemu gibu trenutno zmoremo. V ta namen morajo biti mišice, ki jih raztegujemo, kar se da sproščene (Ušaj, 1997).

Raztezanje prinaša vrsto centralnih in lokalnih učinkov na človeški organizem. Centralni učinki zajemajo izboljšano zavedanje telesa, izboljšano gibanje, izboljšano počutje, večjo ekonomičnost gibanja in lažje prenašanje naporov. K lokalnim spadajo vplivi na boljšo prekrvavitev, zmanjšan upor v tkivih med gibanjem, večjo elastičnost tkiv, večjo gibljivost v sklepih, uravnotežen mišični tonus, manjše tveganje poškodb, hitrejšo regeneracijo mišic in kot končni rezultat večjo lokalno mišično učinkovitost (Strojnik, 1997).

Glede na cilj, ki ga želimo doseči (večja gibljivost, nižji tonus, sprostitvev, ogrevanje,...) izberemo metodo, časovni obseg raztezanja ter ustrezen izbor vaj. Pri izboru razteznih vaj moramo zajeti vse mišice okrog sklepa, da ne bi prišlo do enostranskega vplivanja in s tem do nesorazmerja pri obremenjevanju mišično-vezivnih struktur. Poleg tega je potrebno upoštevati tudi nekatere splošne napotke, ki vplivajo na kvaliteto raztezanja. Mednje spadajo: zaporedje vaj, ravnotežje - obremenjenost mišic, ogretost mišic, usmerjena pozornost, možnost kontrole dolžine mišice, individualnost, pomoč partnerja, ravnina raztezanja, vračanje v začetni položaj, dihanje...

Pri raztezanju je potrebno upoštevati načelo rednosti, še posebej, če je cilj povečati gibljivost. Zmanjšanje tonusa ali sprostitvev je mogoče doseči relativno hitro. Gibljivost pa se kot ena od motoričnih sposobnosti razvija dolgoročno. Da se pokažejo rezultati, je potreben določen čas.

V praksi se pogosto dogaja, da je izbor vaj napačen. Zato je pomembno izbrati vaje na osnovi funkcionalne anatomije, kajti le v tem primeru bomo dejansko vplivali na strukture, ki jih želimo raztezati. Na slikah 1 in 2 sta prikazana dva primera raztezanja m. pectoralis major. Pri prvem načinu ob iztegnjeni roki

raztezamo tudi stranske vezi komolčnega sklepa, kar lahko vodi do nestabilnosti tega sklepa.



slika 1: napačno raztezanje



slika 2: pravilno raztezanje

Vedenje o značilnostih športnih gibanj je prav tako zelo priporočljivo. To velja za tehnične elemente športnih panog, za katere je značilno asimetrično obremenjevanje leve in desne polovice trupa. Takšni športniki morajo v svoj trenajni proces vključiti korektivne vsebine gibljivosti in moči, s katerimi prispevajo k večji simetričnosti telesa ter s tem k normalizaciji drže v čelni ravnini. Obstaja pravilo, da je najprej potrebno raztegniti skrajšane mišice in šele nato naj sledi krepitev oslabeledih mišic. Če vzamemo za primer metalca kopja, bomo pri desnoročnem športniku raztezali iztegovalke vratu na levi strani (slika 3), veliko hrbtno mišico na desni strani (slika 4), primikalke (slika 5) ter depresorje lopatice. Poleg tega pa bomo izdatneje krepili identične mišične skupine na drugi strani trupa (Šarabon et al., 2005).



slika 3: raztezanje iztegovalk vratu



slika 4: raztezanje velike hrbtne mišice



slika 5: raztezanje primikalk lopatice

Za metalce je značilna povečana zunanja rotacija metalne roke, s čimer zagotovijo delovanje mišične sile na daljši poti in posledično višje kotne hitrosti in pospeške. Za takšne športnike je pomembno, da raztezajo notranje rotatorje (slika 6), ki pozitivno vplivajo na obseg zunanje rotacije. Vendar pa na drugi strani obstaja nevarnost raztezanja sprednjega dela sklepne ovojnice (slika 7), kar lahko privede do sprednje nestabilnosti ali SLAP lezije. Zato je pri tem potrebno iskati kompromis med gibljivostjo in stabilnostjo sklepa. Na drugi strani pa imajo metalci zmanjšano notranjo rotacijo (Myers, Laudner, Pasquale, Bradley, & Lephart, 2006), ki je posledica zakrčenosti zadnjega dela sklepne ovojnice. Slednja hkrati povzroči pri abdukciji pomik glavice nadlahtnice naprej in navzgor, kar pomeni nasedanje rotatorne manšete na korako-akromialni lok in posledično do utesnitvenega sindroma. Zato je potrebno to strukturo raztezati (slika 8).



slika 6: raztezanje notranjih rotatorjev



slika 7: raztezanje sprednjega dela sklepne ovojnice



slika 8: raztezanje zadnjega dela sklepne ovojnice

Pri izboru razteznih vaj moramo zajeti vse mišice, da ne bi prišlo do enostranskega vplivanja in s tem do nesorazmerja pri obremenjevanju mišično-vezivnih struktur ramenskega obroča. Na spodnjih slikah sta prikazana primera raztezanja mišic, ki so odgovorne za izvajanje gibov ramenskega obroča v mnogih športnih panogah (slike 9 in 10). Raztezanje dvo-sklepnih mišic zahteva posebno premišljen izbor vaj, saj je potrebno en sklep fiksirati ob raztezanju preko drugega sklepa (slika 9). Če tega ne naredimo, se pogosto zgodi, da raztezamo napačne mišične skupine.



slika 9: raztezanje m. triceps brachii



slika 10: raztezanje m. biceps brachii

5.2 MOČ

Moč je fizikalno opredeljena kot sposobnost opravljanja dela v nekem časovnem intervalu. Veliko športnih panog vsebuje gibanja (meti, skoki, šprinti, hitre spremembe smeri, udarci), ki so odvisna od te motorične sposobnosti. V teh aktivnostih je moč eden od bistvenih dejavnikov uspeha (Kawamori, & Haff, 2004). Zato je trening usmerjen v razvoj moči postal sestavni del vsakega trenažnega procesa.

Struktura mišične moči je kompleksna in odvisna od vidika obravnave. Literatura jo deli v glavnem po manifestacijskem (odrivna, šprinterska, metalna, suvalna, odrivna...) ali topološkem kriteriju (noge in medenični obroč, trup, roke in ramenski obroč), oziroma z vidika silovitosti mišičnega krčenja (največja moč, hitra moč, vzdržljivost v moči). S fiziološkega vidika je napredek v mišični moči posledica živčnih ali mišičnih dejavnikov (Zatsiorsky, 1995).

Živčni dejavniki povečanja moči se nanašajo na kordinacijo mišične aktivnosti preko centralnega živčnega sistema. Pri tem se loči znotrajmišično in medmišično koordinacijo (Zatsiorsky, 1995).

Znotrajmišična koordinacija pomeni velikost zavestne aktivacije posameznih mišičnih vlaken. V okviru znotrajmišične koordinacije centralni živčni sistem nadzoruje aktivnost mišic in s tem mišično silo s pomočjo treh mehanizmov (Enoka, 1994):

- rekrutacije – stopnjevanja sile s pomočjo vključevanja in izključevanja motoričnih enot
- frekvenčne modulacije – spreminjanja frekvence proženja akcijskih potencialov posameznih motoričnih enot,
- sinhronizacije – hkratnega vključevanja motoričnih enot

Medmišična koordinacija je zaporedje, s katerim se določene mišice vključujejo v premagovanje napora in uspešnost, s katero se hkrati sprošča antagoniste in

aktivira agoniste. Tudi najbolj enostaven gib zahteva kompleksno koordinacijo med različnimi mišičnimi skupinami.

Trening za aktivacijo mišične mase ima sicer relativno hitre učinke, vendar pa je ta mehanizem napredovanja na področju moči močno omejen. Kumulativni učinki povečanja nivoja aktivacije mišice se pojavijo že v prvem tednu treninga, medtem ko je pri srednje in visokem izhodiščnem nivoju plato razvoja tega mehanizma dosežen v štirih do šestih tednih.

Drugi mehanizem napredka v moči je povečanje mišične mase (hipertrofija). Prečni presek mišic predstavlja mišični potencial za razvijanje sile. Fiziološko hipertrofirana mišica pomeni predvsem povečano število aktinskih in miozinskih vlaken (miofilamenti) v posameznem mišičnem vlaknu. Zaradi tega se vlakna zadebelijo, kar se kaže navzven kot povečan presek celotne mišice. Večja silovitost je možna zaradi tega, ker se lahko aktivira večje število prečnih mostičev, saj je več aktinskih in miozinskih vlaken (Ušaj, 1997).

Mišica je sestavljena tudi iz precejšnje količine vezivnega tkiva. Ko so te strukture raztegnjene proizvajajo pasivno silo, ki dopolnjuje aktivno silo prečnih mostičev. Zaradi te interakcije je proizvedena sila odvisna od kontraktilnih (miofilamenti) in strukturnih (vezivno tkivo) elementov mišic.

Vendar pa mišična sila ni odvisna le od zgoraj naštetih dejavnikov, temveč vplivajo nanjo še mišična mehanika (odnosi sila : dolžina mišice, navor : kot v sklepu, sila : hitrost spreminjanja dolžine mišice) in mišična arhitektura (razporeditve kontraktilnih elementov)

Adaptacije v mišici se zgodijo kasneje kot adaptacije v živčevju. Učinki hipertrofije se pojavijo šele po treh mesecih redne vadbe, pri čemer mora biti ista mišična skupina obremenjena najmanj trikrat tedensko (Zatsiorsky, 1995).

Vadba moči bo slonela na sredstvih za izboljšanje aktivacije (znotrajmišična in medmišična koordinacija) in povečevanje mišične mase, funkcionalna anatomija pa bo temelj izbora vaj.

Poznamo več metod vadbe moči (tabela 3) in sicer:

- metode maksimalnih mišičnih napreznj,
- metode ponovljenih submaksimalnih kontrakcij,
- mešane metode,
- metode za razvoj reaktivne sposobnosti,
- metode za izboljšanje vzdržljivosti v moči

Skupne značilnosti metod maksimalnih mišičnih napreznj je izboljšanje maksimalne moči predvsem na račun dviga nivoja aktivacije (izboljšanje znotrajmišične koordinacije). Te metode nimajo vpliva na povečanje mišične mase, izboljšujejo pa hitro moč. Za te metode so značilna kratkotrajna eksplozivna maksimalna mišična napreznja. Bremana, ki jih uporabljamo so maksimalna (>90%) in supramaksimalna (150%). To vrsto vadbe je potrebno izvajati, ko športnik ni utrujen. Odmori med serijami morajo biti daljši (3-5 minut).

Metode ponovljenih submaksimalnih kontrakcij so namenjene predvsem povečanju mišične mase. Prav tako vplivajo na izboljšanje maksimalne moči in vzdržljivosti v moči. Za te metode so značilna submaksimalna bremana (60% – 80%). Tempo izvajanja je počasen in tekoč. Bistvo vseh teh metod je izčrpanje mišic.

Glavni cilj mešanih metod je izboljšanje hitre moči. Pri teh metodah se uporabljajo kratkotrajna eksplozivna mišična napreznja. Bremana, ki jih uporabljamo so submaksimalna bremana. To vrsto vadbe je potrebno izvajati pod spočitimi pogoji.

Skupne značilnosti metod za razvoj reaktivne sposobnosti so predvsem izboljšanje živčnega delovanja pri ekscentrično - koncentričnih kontrakcijah. Te metode izvajamo praviloma brez dodatnih bremen. Za to vrsto vadbe je izjemno

pomembna dobra predpriprava (močni agonisti in podporne mišice). Vadbo je potrebno izvajati, ko je športnik spočit.

Skupne značilnosti metod za izboljšanje vzdržljivosti v moči je uporaba malih bremen (25% - 60%) ob maksimalnem številu ponovitev. Odmori med serijami so zelo kratki.

VPLIV METOD NA RAZVOJ POSAMEZNIH SPOSOBNOSTI						
	prečni presek	nivo aktivacije	hitra moč	predaktivacija	Refleksi	proti inhibiciji
kratkotrajne maksimalne kontrakcije	x	Xxx	xxx	xx		
Ponovljene submaksimalne kontrakcije	xxx	X	x	x		
Mešane metode	x	X	x	x		
reaktivne metode		Xx	xx	xx	Xxx	xx

Tabela 3: Vpliv posameznih metod vadbe moči na razvoj posameznih sposobnosti (Schmidtbleicher, 1991).

»Vsebine treninga moči morajo biti izbrane tako, da so mišične skupine ter sklepne in obsklepne strukture izpostavljene postopno vedno večjim silam. To pomeni, da začnemo z izometričnimi vajami, sledijo gladke tekoče koncentrične ponovitve, nato ekscentrična mišična naprežanja in na koncu ekscentrično-koncentrična mišična naprežanja oziroma pliometrija. Ali bomo začeli z najbolj blago obliko in nato prehajali po lestvici zahtevnosti navzgor, ali pa bomo kakšno stopnjo preskočili je odvisno od aktualnega stanja po poškodbi in od zdravnikovih usmeritev« (Zupanc, & Šarabon, 2003, str. 36).

V preventivi in kasni rehabilitaciji v večini primerov razvoj moči temelji na uporabi sub-maksimalnih bremen v izometričnih ali koncentričnih pogojih mišičnega naprežanja. Večina poškodb vezanih na ramenski obroč je povezana z ekscentričnimi ali ekscentrično-koncentričnimi kontrakcijami, kjer sile in navori dosegajo bistveno višje vrednosti. Zato je zelo pomembno, da vadba moči vsebuje tudi ta dva tipa naprežanja. Izključna uporaba koncentričnih kontrakcij namreč povzroča zmanjševanje števila sarkomer v mišičnih vlaknih, kar vodi do

spremenjenega odnosa kot-navor. Takšni športniki dosežejo najvišji navor pri krajši dolžini mišice. To naj bi bil eden najpomembnejših vzrokov poškodb (Brockett, Morgan, & Proske, 2004). Ekscentrična in ekscentrično-koncentrična vadba nasprotno povzročita premik odnosa kot-navor v desno, kar pomeni doseganje večjih sil v položajih relativno raztegnjene mišice (Brockett, Morgan, & Proske, 2001). Programi preventive in kasnejše faze rehabilitacije morajo posnemati mišično in sklepno aktivnost v športu, zato bi morali vsem tipom vadbe nameniti veliko pozornosti.

Pri vadbi moči je potrebno upoštevati osnovna načela, ki veljajo za razvoj moči. Najprej je potrebno raztegniti skrajšane mišice in šele nato naj sledi krepitev oslabeledih mišic. Vadbo je potrebno skrbno načrtovati, predvsem v smislu ustreznega izbora vsebin, količin in intenzivnosti ter zagotoviti postopnost in rednost vadbe (Šarabon, Fajon et al., 2005). Čeprav je ustrezen izbor vadbenih količin zelo pomemben, se bomo v nadaljevanju posvetili predvsem izbiri ustreznih vaj.

Za povečanje moči mišic ramenskega obroča se uporabljajo najrazličnejše vaje. Pri tem lahko uporabljamo različne rekvizite (elastike, težke žoge), proste uteži ali različne trenažerje (slike 11-13).



slike 11-13: izvedba zunanje rotacije z različnimi pripomočki

Vadba na trenažerjih je v zgodnji fazi rehabilitacije zelo učinkovita, saj lahko s spreminjanjem ročic vplivamo na velikost navorov (slike 14-16). Na ta način dosežemo, da je ramenski obroč najbolj obremenjen v točno določenih položajih, ki jih v danih okoliščinah vadeči sme izvajati.

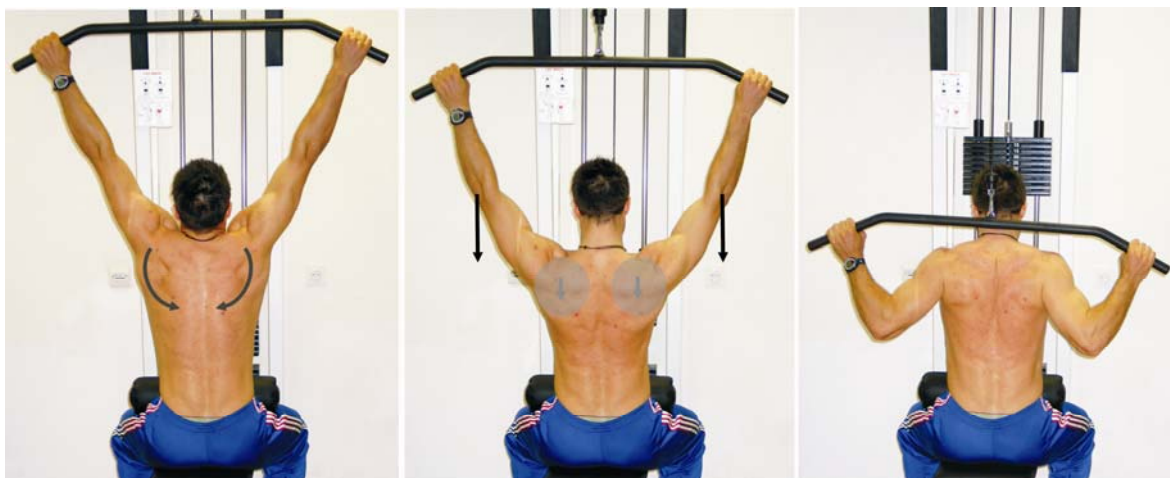


slike 14-16: vloga ročice na največji navor pri abdukciji

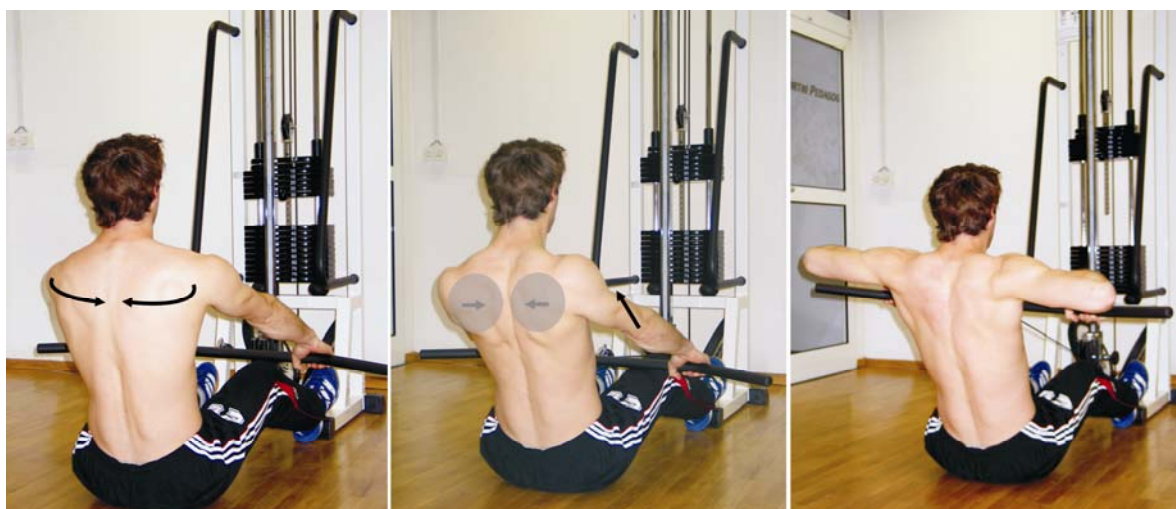
Preventiva in rehabilitacija mora obsegati vadbo moči tako za mišice ramenskega sklepa kot tudi za mišice lopatice. Predvsem pomen slednjih se včasih zanemarija. Mišice, ki fiksirajo lopatico ob prsni koš in sodelujejo pri njenem gibanju so tudi sicer zelo pomembne, saj sodelujejo pri domala vseh gibih zgornjega uda. Hitra balistična gibanja (meti, sunki, udarci,...) ne morejo biti učinkovita, če te proksimalne mišice niso dovolj močne, da bi stabilizirale ramenski obroč (Šarabon, Košak et al., 2005). Disfunkcija oziroma šibkost teh mišic je pogost vzrok spremenjeni biomehaniki ramenskega obroča, kar se kaže v neučinkovitem gibalnem vzorcu in večji dovzetnosti za poškodbe (Voight, & Thomson 2000).

Pri izvajanju krepilnih vaj za primikalke lopatice in njihove sinergiste, je še posebej pomembna pravilna tehnika izvedbe. Vaje na napravah ali s prostimi utežmi s katerimi naj bi krepili primikalke in depresorje lopatice (veslaški poteg, vertikalno pritegovanje za vrat, ...), se pogosto izvajajo neustrezno, da bi izzvale primarno aktivacijo teh mišic. Pomembno je aktivno vključevanje proksimalnih mišic z

velikimi amplitudami ramenskega obroča, ki jih vadeči doseže z dinamično kontrakcijo oblopatičnih mišic (slike 17-22) (Šarabon, Košak et al., 2005).



slike 17-19: pri vaji lat poteg je pomembno, da je v prvem delu giba izvedena izrazita depresija lopatic, šele temu sledi priteg ročke za vrat z upogibom v komolcu.



slike 20-22: tudi pri veslaškem potegu naj prvi del giba vsebuje primik (retrakcijo) lopatic.

Kot je že omenjeno je dobra skapulo-torakalna stabilizacija zelo pomembna pri gibanju zgornjega uda. Vendar pa veliko vaj vsebuje koaktivacijo zgornjih in spodnjih vlaken mišice trapezius, kar lahko privede do utesnitvenega sindroma (glej sliko 23). V izogib temu, se predlaga bilateralna zunanja rotacija in retrakcija lopatice z uporabo elastike (slika 24). Pri tej vaji so spodnja vlakna trapeziusa 3.3x

bolj obremenjena od zgornjih vlaken (McCabe, 2001; povzeto po: Šarabon, & Pori, 2006).



slika 23: koaktivacija vseh vlaken m. trapezius



slika 24: bilateralna zunanja rotacija

Poleg tega je potrebno paziti na izbor vaj s katerimi želimo krepiti prsne mišice. Pri vajah kot so sklece na bradlji, metulj, potisk izpred prsi, so rame v skrajni horizontalni abdukciji oziroma ekstenziji (Šarabon, & Pori, 2006). V tem položaju prihaja do raztezanja sprednjega dela sklepne ovojnice (slika 25). To pa je lahko kritično v rehabilitaciji sprednje ali večsmerne nestabilnosti ter SLAP lezije in lahko vodi v ponovno poškodbo. Nekateri avtorji (Blackburn, & Guido, 2000) predlagajo, uporabo ožjega prijema, manjših amplitud giba ter preprečitev, da bi komolci prešli čelno ravnino telesa.



slika 25: pri prekomernih amplitudah giba prihaja do raztezanja sprednjega dela sklepne ovojnice

V program rehabilitacije rotatorne manšete naj bodo vključene vaje, ki aktivirajo mišice na zadnji stran manšete, vendar ne v položajih, ki bi lahko privedle do utesnitvenega sindroma. Takšne vaje so npr. horizontalna abdukcija v zunanji rotaciji, nevtralnem položaju ali notranji rotaciji (slika 26-28), ekstenzija rame v položaju zunanje rotacije (slika 29) in podobno (Ballantyne et al., 1993; Ekstrom, Donatelli, & Soderberg, 2003; Reinold et al., 2004; Townsend, Jobe, Pink, & Perry, 1991).

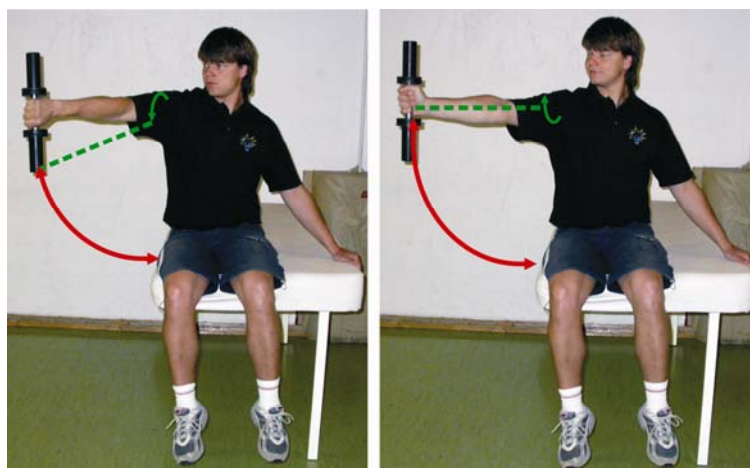


slike 26-28: horizontalna abdukcija v različnih položajih rame



slika 29: ekstenzija z zunanje rotiranim položajem

V praksi se velikokrat uporabljajo vaje t.i. »empty-can« (slika 30), za aktiviranje m. supraspinatus. Vendar pa je potrebno pri tem paziti, da je gib izveden v amplitudi med 0 in ne več kot 80° (Thigpen, Padua, Morgan, Kreps, & Karas, 2006). V nasprotnem primeru lahko pride do utesnitve supraspinatusa. Nekateri avtorji (Thigpen et al., 2006) so ugotovili, da so vaje v t.i. »empty-can« v primerjavi z vajami »full-can« (slika 31), bolj nagnjene k sindromu utesnitve. Razlaga temelji na tem, da vaje v »empty-can«, povzročijo večji anteriorni nagib in večjo notranjo rotacijo lopatice ter premik grčice nadlahtnice v subakromialno linijo.

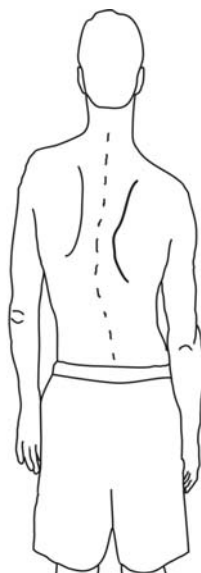


slika 30 in 31: empty-can (levo), full-can (desno)

V asimetričnih športih, kjer sta obe polovici telesa neenakomerno obremenjeni (metalci kopja, igralci tenisa, rokometa, ...), lahko pride do nepravilnosti drže v čelni ravnini (slika 32). Takšni primeri spremenjene telesne drže nastopijo kot

posledica razlik v razvitosti mišično-ligamentarnega aparata na levi oziroma desni strani trupa. Primeri takih krivin so fiziološki. Pogostokrat namreč opažamo blago desnostransko krivino prsne hrbtenice pri desničarjih oz. levostransko prsno krivino pri levičarjih. Nastane kot posledica asimetrične razvitosti mišic trupa (Šarabon, Košak et al., 2005).

Kot je že omenjen primer metalca kopja v poglavju gibljivosti, je pri njem mogoče opaziti rahlo privzdignjeno ramo na nedominantni strani. Oblopatične mišice in velika hrbtne mišice so močnejše na dominantni strani. Tudi v tem primeru narava športne panoge privede do neravnovesij vseh ključnih mišic, ki nadzirajo položaj trupa v čelni ravnini. Zanemarjanje razteznih vaj za obremenjene mišične skupine in izostanek korektivnih krepilnih vaj za nedominantno stran lahko privede do nepravilnosti telesne drže v čelni ravnini. S prepoznavanjem teh stanj in zgodnjim ukrepanjem se izognemo posledicam, ki lahko privedejo do trajnih okvar (strukturna skolioza).



slika 32: spremenjena telesna drža v čelni ravnini

5.3 FUNKCIONALNA SKLEPNA STABILIZACIJA

Pojmi propiocepcije, propioceptivne vadbe, senzorično motorične vadbe in senzorično motorične rehabilitacije se vse pogosteje pojavljajo v športno medicinski literaturi. Čeprav je ta terminologija zelo razširjena, gre v njenem bistvu za povezavo med senzoričnim in motoričnim sistemom, bodisi na nivoju refleksov ali zavestne aktivacije. Posledica tega je večja stabilnost sklepov. Za to bom v nadaljevanju tega teksta uporabljal izraz funkcionalna sklepna stabilizacija (FSS).

V senzorično motorični sistem so vključeni številni mehanoreceptorji, ki se nahajajo v mišicah, kitah, sklepnih strukturah in v koži (Kennedy, Alexander, & Hayes, 1982). Njihova naloga je, da pošiljajo signale v centralni živčni sistem, kjer se nato na osnovi zavestne in refleksne aktivacije omogoči natančno gibanje oziroma hitro prilagajanje gibanja trenutnim okoliščinam. Poleg mehanoreceptorjev prispevata aferentne informacije za kontrolo gibanja in drže še organ za vid in ravnotežni organ (Lephart, Pincivero, Giraldo, & Fu, 1997).

Interpretacijo aferentnih informacij in izvedbo koordiniranega eferentnega odgovora omogočata dva motorična kontrolna mehanizma (Dunn, Gillig, Ponspor, Weil, & Utz, 1986). Vnaprejšnja zanka (feed forward) živčno-mišičnega upravljanja vključuje načrtovanje gibanja, ki bazira na senzoričnih informacijah iz predhodnih izkušenj. Ti mehanizmi so pomembni za pripravo mišične aktivacije pred začetkom gibanj. Mehanizmi povratne zanke (feed-back) pa preko refleksnih poti neprekinjeno uravnavajo motorično kontrolo. Cilj teh mehanizmov je povečati ali zmanjšati aktivacijo posamezne mišice ali pa sinhronizirati sodelovanje dveh mišic, ki sta na nasprotni strani sklepa (agonist in antagonist). Sinhronizirano delovanje med nasprotnimi mišicami je pomembno tako z vidika učinkovitosti gibanja kot z vidika varnosti.

S koordinacijo motoričnih ukazov iz refleksnih in descendentnih motoričnih poti se uravnava togost mišice, kar zagotavlja dinamično stabilnost sklepa (Johansson, Sjolander, & Sojka, 1991). Dinamična stabilnost je definirana kot sposobnost

primerne aktivacije mišic, ki stabilizirajo sklep. Senzorično motorična integracija je ključna komponenta dinamične stabilnosti sklepa, saj na osnovi aferentnih informacij indirektno ustvarja in prilagaja eferentni odgovor, ki omogoča živčno-mišičnemu sistemu ohranjati ravnotežje.

Tako vnaprejšnja kot povratna motorična kontrola lahko izboljša dinamično stabilnost sklepa, če so senzorične in motorične poti pogosto stimulirane. Signali se toliko hitreje prevajajo preko sinaps, kolikor pogosteje neki signal potuje skozi te sinapse (Hodgson, Roy, de Leon, Dobkin, & Edgerton, 1994). Če je skozi določeno sinapso potovalo dovolj veliko število signalov, se oblikuje spomin tega signala in se ga lahko priključuje v program za oblikovanje bodočih gibov (Guyton, 1981). Pogoste ponovitve izboljšajo spomin za določeno nalogo, kar omogoča boljše pred-programirano motorično kontrolo, hkrati pa tudi refleksno pot za reaktivno živčno-mišično upravljanje. Ta mehanizem omogoča kvalitetnejšo izvedbo specifičnih gibanj v športu, ker zagotavlja primerno aktivacijo mišic in ustrezne refleksne odgovore.

Poznamo dva nivoja senzorično motorične integracije: zavesten in zunajzavesten (refleksen). Zavesten naj bi omogočal ustrezno funkcijo sklepov pri gibanjih, za katerih izvedbo smo se zavestno odločili. Zunajzavesten pa naj bi moduliral aktivacijo mišic na nivoju hrbtenjače, ki pomaga ohranjati stabilno stanje sistema (sklepa, telesa) (Laskowski, Newcomer-Aney, & Smith, 2000). Slednji omogoča zaščito sklepa pri nenadnih nepričakovanih mehanskih obremenitvah sklepa. Ukazi za zavestne gibe kot odziv na spremembe v okolju, ki pridejo iz možganske skorje, so največkrat prepočasni, da bi preprečili poškodbo, saj so njihove živčne poti dosti daljše od refleksnih in zato tudi počasnejše.

Vsebine FSS so učinkovite, relativno varne, energetske nezahtevne in zabavne. Učinkovitost vadbe opredeljuje topologija, sredstva, metode in postopnost progresivne izvedbe. Topološka delitev vadbe je usmerjena na ciljni sklep, na katerega želimo s FSS vplivati. Najpogosteje se izvajajo vaje za gleženj, koleno,

ramenski obroč in trup. Sredstva FSS so vaje, ki jih v grobem lahko razdelimo na vaje, ki povzročajo rotacijo sklepov, njihovo translacijo ali pa oboje hkrati.

Čeprav vadbo FSS največkrat povezujemo z rehabilitacijo, je v zadnjem času postala nepogrešljiv in sestavni del kondicijske priprave športnikov, predvsem v smislu zdravstveno-preventivne vadbe. Vadba FSS ima za posledico hitrejšo aktivacijo mišic, zaradi česar se mišični sistem ob delovanju motnje aktivira hitreje in bolj učinkovito. Na ta način stabilizira sklep in s tem zmanjša obremenitev na pasivne sklepne strukture ter jih tako zavaruje. Rezultat vadbe FSS so, kot posledica učinkovite aktivne stabilizacije sklepa, funkcionalno močnejši sklepi. Poleg vidika varnosti, pa novejša raziskave (Šarabon, & Štirn, 2006) kažejo, da lahko z vadbo FSS izboljšamo tudi hitro moč oziroma eksplozivnost.

Ramenski obroč sestavlja veliko število mišic, ki se lahko bodisi pri eksplozivnih gibih z veliki amplitudami bodisi pri ponavljajočih se gibalnih vzorcih hitro poškodujejo. Zato bi moral celosten rehabilitacijski oziroma zdravstveno-preventivni program vključevati tudi vsebine FSS, ki se je izkazala za zelo učinkovito sredstvo tako v preventivi kot pozni rehabilitaciji. Cilj takšne vadbe je povzročitev sočasne aktivnosti vseh mišic okoli ramenskega obroča, tako da ga izpostavimo hitrim nepričakovanim motnjam z majhnimi oziroma zmernimi amplitudami. Močne mišice, zlasti pa njihovo sinhronizirano delovanje je pomembno tako z vidika učinkovitosti gibanja kot z vidika varnosti.

Mehanizmi živčne kontrole mišice, ki so povezani z vadbo FSS pomembno prispevajo k funkcionalni stabilnosti ramenskega obroča. Prvi mehanizem, nujno potreben za dinamično stabilnost sklepa, je koaktivacija mišic ramenskega sklepa in mišic lopatice. Nanaša se na hkratno delovanje agonistov in antagonistov, kot so: (i) subscapularis nasproti teres minor in infraspinatus, (ii) deltoid nasproti spodnjim mišicam rotatorne manšete, (iii) kite mišic rotatorne manšete kot dinamični stabilizator sklepne ovojnice in (iv) trapezius in serratus anterior pri polni gleno-humeralni abdukciji (Wilk, & Arrigo, 1993). Koaktivacija je zlasti pomembna

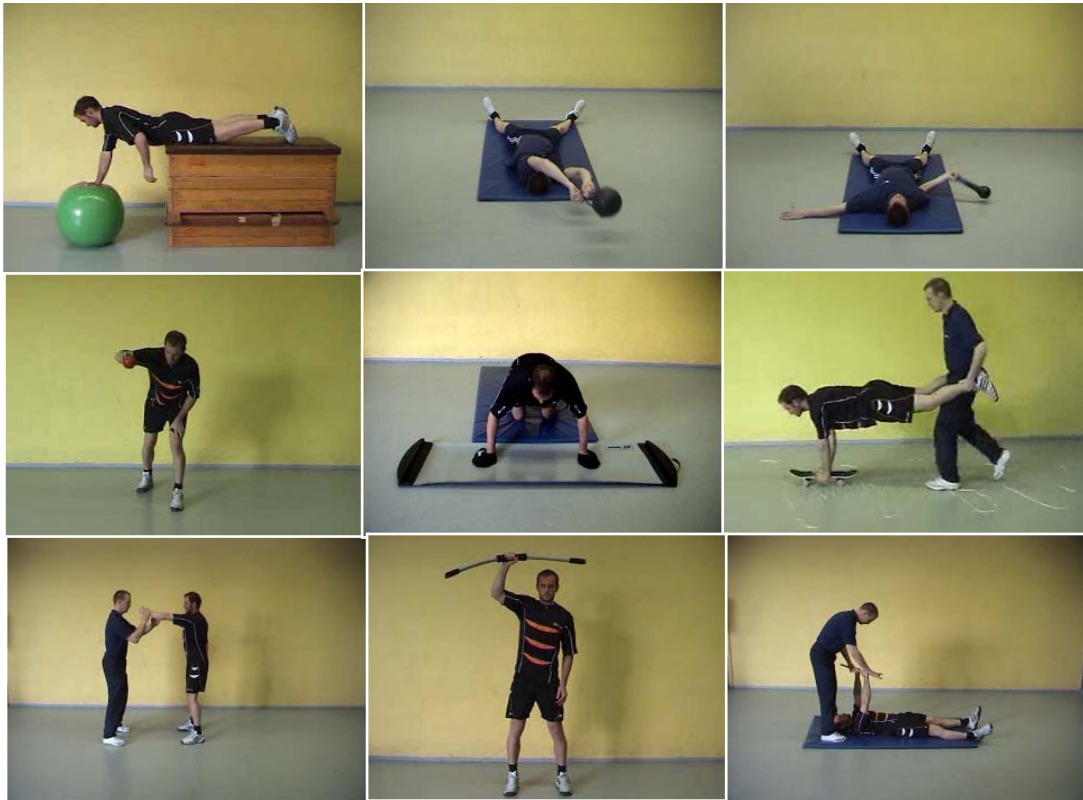
pri gibanjih, kjer je potrebna natančnost, velika stabilnost v sklepih ali pa prihaja do nenadnih zunanjih motenj na spremembo položaja sklepa.

Drugi mehanizem je refleksni odziv (Warner, Lephart, & Fu, 1996), ki ga predstavljajo refleksi na nateg, kitni refleksi, recipročna inhibicija, rekurentna inhibicija in predsinaptična inhibicija. Spinalni refleksni loki obstajajo med sklepno ovojnico ramenskega sklepa in m. deltoid, trapezius, pectoralis major ter rotatorno manšeto. Čeprav imajo refleksi pomembno vlogo v prilagajanju zavestnih gibov, niso primarno odgovorni za varovanje sklepa, ker so njihove latence predolge (Jerosch, Steinbeck, Schrode, & Westhues, 1995).

Tretji mehanizem, ki ima pomembno vlogo v funkcionalni stabilnosti ramenskega obroča je predaktivacija. Njena vloga je v pripravi mišic na raztezanje, kar se odraža v povečanju števila sklenjenih prečnih mostičev in v povečani vzdražnosti alfa motoričnih živcev preko alfa in gama koaktivacije. Posledica tega je večja togost na kratke razdalje med raztezanjem mišic. Togost na kratki razdalji je pomembna na začetku odziva, ko na sklep deluje zunanja sila (Enoka, 2002).

Pri vadbi FSS mora biti sklepni sistem izzvan, kar pomeni, da je bistveno, da ravnotežje ves čas vzpostavljamo. Cilj vadbe je torej, da z neprestanim povzročanjem nestabilnosti sistema pridobimo želeno stabilnost na »višjem nivoju« oziroma, da izboljšamo motorično kontrolo.

Vaje izvajamo sami ali s pomočjo partnerja. Pri tem lahko uporabljamo različne rekvizite in opremo (palice, žoge, body blade, kotalke...), katerih bistvo je, da ustvarjajo dinamično nestabilne položaje ciljnih sklepov (slike 33-41).



slike 33-41: uporaba različnih rekvizitov.

V večini športov (met kopja, rokomet, baseball, odbojka, tenis) delujejo mišice zgornjega uda po načelu odprte kinetične verige, v drugih (plavanje, veslanje, kajak, kanu) pa je ta veriga zaprta. Vaje je tako mogoče v odvisnosti od ciljev, ki jih želimo doseči, izvajati v odprti (slika 42) ali zaprti kinetični verigi (slike 43).



slika 42: odprta kinetična veriga



slika 43: zaprta kinetična veriga

Pri vajah v zaprti kinetični verigi je zelo pomembna poravnava fiksirane točke (dlani), ter proksimalnega dela verige (glavica nadlahtnice in sklepna jamice lopatice), ki mora biti v skapularni ravnini. V nasprotnem primeru je ramenski obroč izpostavljen velikim strižnim silam.

Način izvajanja vaj FSS običajno ni posebej predpisan, vendar pa velja za vadbo načelo postopnosti in progresivnega razvoja, ki poteka v smeri od lažjega k težjemu, od preprostega k bolj kompleksnemu. V nadaljevanju je prikazan primer stopnjevanja zahtevnosti vaj, pri čemer s spreminjanjem položajev dosežemo vedno večjo obremenjenost ramenskega obroča (slike 44-52).



slika 44: stoja s soročno oporo



slika 45: stoja z enoročno oporo



slika 46: stoja s soročno oporo ob motnji partnerja



Slika 47: opora ležno s štirimi opornimi točkami



slika 48: trotočkovna opora ležno brez ene noge



slika 49: trotočkovna opora ležno brez ene roke



slika 50: dvotočkovna opora ležno - diagonalno



slika 51: dvotočkovna opora ležno - simetrična



slika 52: opora ležno ob motnji partnerja

Vsako osnovno vajo lahko izvedemo še na mnogo različnih načinov. Zahtevnost vadbe lahko povečujemo s povečevanjem razdalje osišča sklepa od osišča rekvizita (sliki 53 in 54), s predhodno motnjo ravnotežnega organa, izključitvijo vida, z dodatno koordinacijsko nalogo ali izvajanjem v obeh sklepih hkrati (sliki 55 in 56). Dolgoročno moramo težiti k več smerni obremenitvi.



sliki 53 in 54: povečevanje razdalje osišča sklepa od osišča rekvizita.



slika 55: izvajanje naloge v enem sklepu slika 56: izvajanje naloge v obeh sklepih hkrati

Poškodbe ramena so raznolike (glej poglavje Mehanizmi in patologija poškodb rame). To je potrebno v procesu rehabilitacije upoštevati. Različne poškodbe praviloma zahtevajo različne vsebine, sredstva in metode vadbe. V nadaljevanju bo na kratko predstavljena logika stopnjevanja obremenitve pri utesnitvenem sindromu, kot eni najpogostejših poškodb. Težave se pogosto pojavijo pri športnikih, ki pri svojih aktivnostih ponavljajo gib abdukcije in rotacije, zlasti nad glavo (plavalci, metalci, tenisači). Utesnitev nastane zaradi prostorske stiske med korako-akromialnim lokom in največkrat tetivo supraspinatusa. Pri aktivni abdukciji v rami poškodovani čuti bolečino, dokler je velika grčica nadlahtnice z narastiščem supraspinatusa v stiku s kolčico in lokom korako-akromialne vezi, t.j. med 70° in 130° abdukcije. Tako bo v začetnih fazah vadba FSS potekala v razbremenjenih

položajih z roko ob trupu. V nadaljnjih fazah bo vadba potekala z roko v predročju in do položaja odročnja, ki je najbolj dovzeten za utesnitveni sindrom (slike 57-62).



slike 57-62: logika stopnjevanja obremenitve pri utesnitvenem sindromu

V treningu športnikov je pomembno, da vadba FSS vsebuje podobne gibalne vzorce, kot se pojavljajo v njihovi športni panogi. Zato naj v zadnji fazi, vadba posnema tehnične elemente posameznih športov. Na slikah 63-68 je prikazan forehand udarec pri tenisu.



slike 63-68: forehand udarec

Količine treninga moramo v zaporednih obdobjih spreminjati postopno. Pri tem upoštevamo hitrost posameznikovega osvajanja vsebin ter njegovo prilagajanje količinam treninga. Če razmišljamo o postopnem povečevanju zahtevnosti, je logično, da ne bomo hkrati povečali vseh količinskih parametrov in zahtevnosti izvedbe. Ravno nasprotno, priporočljivo je, da te parametre, ki določajo zahtevnost treninga, spreminjamo izmenično iz treninga v trening. Tako bomo na primer prvi teden povečali število ponovitev, drugi teden razširili nabor vaj, tretji teden dodali dodatne zahtevnejše vaje in hkrati zmanjšali količine ipd.

6 SKLEP

Z naraščanjem popularnosti vseh pojavnih oblik športa in športnega načina življenja v Sloveniji, je tako kot drugje po svetu, naraslo število poškodb ramena, ki so posledica intenzivne vadbe.

Tako v preventivi kot tudi pri zdravljenju poškodb športnika je potrebno poznati in razumeti osnovno anatomijo in biomehaniko ramenskega obroča. Ramenski obroč je več sklepni sistem, sestavljen iz petih med seboj ločenih sklepov, ki so med seboj v mehanski povezavi in omogočajo zgornjemu udu gibanje v prostoru. Funkcionalno predstavljajo prvo povezavo v kinetični verigi zgornjega uda.

Funkcionalna stabilnost ramenskega obroča je odvisna od dinamičnih in statičnih dejavnikov. Med dinamične prištevamo mišice ramenskega sklepa in lopatice, ki s svojim sinhronim delovanjem stabilizirajo sklepne površine v anatomske položaju. Poleg tega omogočajo izvedbo natančnih in ciljanih gibov zgornjega uda. Med statične dejavnike prištevamo negativen znotraj sklepni pritisk, geometrijska razmerja sklepnih površin ter stik ovojnica-vezi-labrum.

Ramenski obroč ima zaradi izjemnega obsega gibljivosti pomembno vlogo pri vsakodnevnih opravilih. Zelo pomemben pa je tudi pri športnih gibanjih, kjer sama narava športne panoge zahteva ponavljajoče gibe v tem sklepu (npr. plavanje) ali pa je za rezultat pomembno doseganje velikih kotnih hitrosti (meti). Ta prednost hkrati pomeni tudi, da je rama, kot eden najbolj gibljivih sklepov, tudi izredno ranljiva in dovzetna za poškodbe. Poznavanje značilnosti določenega športa in obremenitev, lahko v veliki meri pomagajo pri odkrivanju vzrokov nastanka akutnih poškodb in preobremenitvenih sindromov. Najpogostejše poškodbe vezane na ramenski obroč so utesnitveni sindrom in raztrganine rotatorne manšete, nestabilnost in SLAP lezija.

Z načrtnim, sistematičnim in rednim preventivnim delovanjem je mogoče zmanjšati dovzetnost za nastanek poškodb. V kolikor pa do njih pride, je iskanje optimalnih

rehabilitacijskih rešitev z minimalno izgubo časa pri športniku izjemnega pomena. Za kakovostno in učinkovito delo mora imeti terapevt veliko znanja in izkušenj, da bi lahko iz širokega nabora vsebin izbral tiste, ki so pri konkretnem športniku izvedljive in hkrati učinkovite. Zaradi tega je potrebno združevati strokovna znanja športnih in medicinskih delavcev.

Izbira vsebin, sredstev in metod primernih v kasnejši fazi rehabilitacije in preventivi rame temelji na živčno-mehanskih osnovah gibanja ter osnovah športnega treniranja. Postopnost obremenjevanja pri razvoju vseh motoričnih sposobnosti je nujno potrebna za športnikovo vrnitev v popolno športno aktivnost.

Ustrezna gibljivost omogoča optimalnejši odnos navor-kot in delovanje mišične sile na daljši poti. Na drugi strani pa se zmanjšana gibljivost odraža tako v spremenjeni statiki sklepnih sistemov, kakor tudi preoblikovanju dinamičnih nalog. V športu mora trening zaradi nenehnih obremenitev obvezno vključevati tudi vsebine raztezanja mišic ramenskega obroča.

Pri vadbi moči je potrebno upoštevati osnovna načela, ki veljajo za razvoj moči. Najprej je potrebno raztegniti skrajšane mišice in šele nato naj sledi krepitev oslabeledih mišic. Vsebine treninga moči morajo biti izbrane tako, da so mišične skupine ter sklepne in obsklepne strukture ramenskega obroča izpostavljene postopno vedno večjim silam. Večina poškodb mehkih tkiv je povezana z ekscentričnimi ali ekscentrično-koncentričnimi kontrakcijami. Zato je pomembno, da v preventivi in kasni rehabilitaciji vadba moči vsebuje tudi ta dva tipa mišičnega naprežanja.

Celosten rehabilitacijski oziroma zdravstveno-preventivni program mora vključevati tudi vadbo funkcionalne sklepne stabilizacije (FSS), ki se je izkazala za zelo učinkovito sredstvo tako v preventivi kot kasni rehabilitaciji. Vadba FSS ima za posledico hitrejšo aktivacijo mišic, zaradi česar se mišični sistem ob delovanju motnje aktivira hitreje in bolj učinkovito. Na ta način stabilizira ramenski obroč in s tem zmanjša obremenitev na pasivne sklepne strukture ter jih tako zavaruje.

Rezultat vadbe FSS so, kot posledica učinkovite aktivne stabilizacije sklepa, funkcionalno močnejši sklepi.

Program rehabilitacije športnika načrtujemo strogo individualno, prilagojeno posamezniku, njegovi okvari in obstoječemu funkcionalnemu primanjkljaju. Po opravljeni rehabilitaciji je potrebno športnika postopno vrniti v športno aktivnost.

7 LITERATURA

Alter, M.J. (1996). *Science of flexibility*. Human Kinetics: Champaign.

An, Y.H., & Friedman, R.J. (2000). Multidirectional instability of the glenohumeral joint. *The Orthopedic Clinics of North America*, 31(2), 275-285.

Ballantyne, B.T., O'Hare, S.J., Paschall, J.L., Pavia-Smith, M.M., Pitz, A.M., Gillon, J.F., & Soderberg, G.L. (1993). Electromyographic activity of selected shoulder muscles in commonly used therapeutic exercises. *Physical Therapy*, 73(10), 668-677.

Best, R.J., Bartlett, R.M., & Morriss, C.J. (1993). A three-dimensional analysis of javelin throwing technique. *Journal of Sports Sciences*, 11(4), 315-328.

Bigliani, L.U., Codd, T.P., Connor, P.M., Levine, W.N., Littlefield, M.A., & Hershon, S.J. (1997). Shoulder motion and laxity in the professional baseball player. *The American Journal of Sports Medicine*, 25(5), 609-613.

Blackburn, T.A., & Guido, J. (2000). Rehabilitation after Ligamentous and Labral Surgery of the Shoulder: Guiding Concepts. *Journal of athletic training*, 35(3), 373-381.

Bregar, M. (2006). Early rehabilitation of shoulder injuries. V *Shoulder & sports* (str. 95-101). Ljubljana: Združenje rokometnih trenerjev Slovenije.

Brockett, C. L., Morgan, D. L., & Proske, U. (2001). Human Hamstring Muscles Adapt to Eccentric Exercise by changing Optimum Length. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(5), 783-790.

Brockett, C. L., Morgan, & D. L., Proske, U. (2004). Predicting Hamstring Strain Injury in Elite Athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(3), 379-387.

Čoh, M. (1992). *Atletika: tehnika in metodika nekaterih atletskih disciplin*. Ljubljana: Fakulteta za šport.

Čoh, M., Milanovič, D., Emberšič, D., & Žvan, M. (2001). Povezanost antropometričnih značilnosti z rezultati meta kopja pri vrhunskih mladih metalcih in metalkah. V M. Čoh (Ur.), *Biomehanika atletike* (str. 217-226). Ljubljana: Fakulteta za šport.

Doukas, W.C., & Speer, K.P. (2001). Anatomy, pathophysiology and biomechanics of shoulder instability. *The Orthopedic Clinics of North America*, 32(3), 381-391.

Drobnič, M. (2005). Nestabilnost v ramenskem sklepu. V *Bolezni in poškodbe ramenskega sklepa* (str. 103-114). Ljubljana: Ortopedska klinika, Klinični center.

Dunn, T.G., Gillig, S.E., Ponspor, S.E., Weil, N., Utz, S.W. (1986). The learning process in biofeedback: is it feed-forward or feedback?. *Biofeedback and Self-regulation*, 11(2), 143-156.

Ekstrom, R.A., Donatelli, R.A., & Soderberg, G.L. (2003). Surface electromyographic analysis of exercises for the trapezius and serratus anterior muscles. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 33(5), 247-258.

Enoka, R.M. (1994). *Neuromechanical Basis of Kinesiology*. Human Kinetics, Champaign.

Enoka, R.M. (2002). *Neuromechanics of Human Movement*. Human Kinetics, Champaign.

Guyton, A.C. (1981). *Textbook of medical physiology*. Philadelphia: Saunders Company.

Hodgson, J.A., Roy, R.R., de Leon, R., Dobkin, B., & Edgerton, V.R. (1994). Can the mammalian lumbar spinal cord learn a motor task?. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 26(12), 1491-1497.

Jakovljević, M., & Hlebš, S. (2002). *Manualno testiranje mišic*. Ljubljana: Visoka šola za zdravstvo.

Jerosch, J., Steinbeck, J., Schroder, M., & Westhues, M. (1995). Intraoperative EMG recording in stimulation of the glenohumeral joint capsule. *Der Unfallchirurg*, 98(11), 580-585.

Johansson. H., Sjolander, P., & Sojka, P. (1991). A sensory role for the cruciate ligaments. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 268, 161-178.

Kawamori, N., & Haff, G.G. (2004). The Optimal Training Load for the Development of Muscular Power. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(3), 675-684.

Kapus, V. (2002). *Plavanje: učenje: slovenska šola plavanja za novo tisočletje: učbenik za učence-štoludente, učitelje-profesorje, trenerje in starše*. Ljubljana: Fakulteta za šport, Inštitut za šport.

Kennedy, J.C., Alexander, I.J., & Hayes, K.C. (1982). Nerve supply of the human knee and its functional importance. *The American Journal of Sports Medicine*, 10(6), 329-335.

Kocher, M.S., Waters, P.M., & Micheli, L.J. (2000). Upper Extremity Injuries in the Paediatric Athlete. *Sports Medicine*, 30(2), 117-135.

Košak, R., & Travnik, L. (2005). Akutna bolečina v rami. V *Bolezni in poškodbe ramenskega sklepa* (str. 41-52). Ljubljana: Ortopedska klinika, Klinični center.

Laskowski, E.R., Newcomer-Aney, K., & Smith, J. (2000). Proprioception. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*, 11(2):323-340.

Lephart, S.M., Pincivero, D.M., Giraldo, J.L., & Fu, F.A. (1997). The role of proprioception in the management and rehabilitation of athletic injuries. *The American Journal of Sports Medicine*, 25(1), 130-137.

Mahaffey, B.L., & Smith, P.A. (1999). Shoulder instability in young athletes. *American Family Physician*, 59(10), 2773-2782 .

Millett, P.J., Wilcox, R.B., O'Holleran, J.D., & Warner, J.J. (2006). Rehabilitation of the rotator cuff: an evaluation-based approach. *The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 14(11), 599-609.

Myers, J.B., Laudner, K.G., Pasquale, M.R., Bradley, J.P., & Lephart, S.M. (2006). Glenohumeral range of motion deficits and posterior shoulder tightness in throwers with pathologic internal impingement. *The American Journal of Sports Medicine*, 34(3), 385-391.

Ong, B.C., Sekiya, J.K., & Rodosky, M.W. (2002). Shoulder injuries in the athlete. *Current Opinion in Rheumatology*, 14(2), 150-159.

Petersen, S.A. (2000). Posterior shoulder instability. *The Orthopedic Clinics of North America*, 31(2), 263-274.

Ponikvar, M. (2005). Utesnitveni sindrom rame. V *Bolezni in poškodbe ramenskega sklepa* (str. 53-60). Ljubljana: Ortopedska klinika, Klinični center.

Reinold, M.M., Wilk, K.E., Fleisig, G.S., Zheng, N., Barrentine, S.W., Chmielewski, T., Cody, R.C., Jameson, G.G., & Andrews, J.R. (2004). Electromyographic analysis of the rotator cuff and deltoid musculature during common shoulder external rotation exercises. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 34(7), 385-394.

Richardson, A.B., Jobe, F.W., & Collins, H.R. (1980). The shoulder in competitive swimming. *American Journal of Sports Medicine*, 8(3), 159-163.

Schmidtleicher, D. (1991). Klasifikacija metod za povečanje moči kot motorične sposobnosti. *Strokovne informacije atletske zveze Slovenije*, 6(10), 35-44.

Stok, R. (2005). Raztrganine rotatorne manšete. V *Bolezni in poškodbe ramenskega sklepa* (str. 77-84). Ljubljana: Ortopedska klinika, Klinični center.

Stražar, K. (2005). Patologija bicepsove kite. V *Bolezni in poškodbe ramenskega sklepa* (str. 91-102). Ljubljana: Ortopedska klinika, Klinični center.

Strojnik, V. (1997). Težave pri dihanju in raztezanje. V *Respiracijska in kardiovaskularna Fizioterapija* (str. 3-21). Ljubljana: Sekcija za respiratorno in kardiovaskularno fizioterapijo pri Društvu fizioterapevtov Slovenije.

Šarabon, N., Fajon, M., Zupanc, O., & Drakslar, J. (2005). Stegenske strune. *Šport*, 53(3), 45-52.

Šarabon, N., Košak, R., Fajon, M., & Drakslar, J. (2005). Nepravilnosti telesne drže - mehanizmi nastanka in predlogi za korektivno vadbo. *Šport*, 53(1), 35-41.

Šarabon, N., & Pori, P. (2006). Strength and power training for the shoulder. V *Shoulder & sports* (str. 125-131). Ljubljana: Združenje rokometnih trenerjev Slovenije.

Šarabon, N., & Štirn, I. (2006). Proprioception training for shoulder. V *Shoulder & sports* (str. 133-139). Ljubljana: Združenje rokometnih trenerjev Slovenije.

Thigpen, C.A., Padua, D.A., Morgan, N., Kreps, C., & Karas, S.G. (2006). Scapular kinematics during supraspinatus rehabilitation exercise: a comparison of full-can versus empty-can techniques. *The American Journal of Sports Medicine*, 34(4), 644-652.

Townsend, H., Jobe, F.W., Pink, M., & Perry, J. (1991). Electromyographic analysis of the glenohumeral muscles during a baseball rehabilitation program. *The American Journal of Sports Medicine*, 19(3), 264-272.

Travnik, L., Košak, R., Mavčič, B., & Antolič, V. (2005). Klinična in funkcionalna anatomija ramenskega sklepa. V *Bolezni in poškodbe ramenskega sklepa* (str. 7-18). Ljubljana: Ortopedska klinika, Klinični center.

Ušaj, A. (1997). *Osnove športnega treniranja*. Ljubljana: Fakulteta za šport, Inštitut za šport.

Voight, M.L., & Thomson, B.C. (2000). The Role of the Scapula in the Rehabilitation of Shoulder Injuries. *Journal of Athletic Training*, 35(3), 364-372.

Warner, J.J., Lephart, S., & Fu, F.H. (1996). Role of proprioception in pathoetiology of shoulder instability. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, (330), 35-39.

Wilk, K.E., & Arrigo, C. (1993). Current concepts in the rehabilitation of the athletic shoulder. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 18(1), 365-378.

Williams, G.R., & Kelley, M. (2000). Management of Rotator Cuff and Impingement Injuries in the Athlete. *Journal of Athletic Training*, 35(3), 300-315.

Zatsiorsky, V.M. (1995). *Science and Practice of Strength Training*. Pennsylvania State University, Pennsylvania.

Zupanc, O., Šarabon, N. (2003). Poškodba prednje križne vezi. *Šport*, 51(4), 29-37.

Zupanc, O., Šarabon, N. (2004). Bolečina v križu. *Šport*, 52(1), 24-28.