



Tine Sattler,  
Edvin Dervišević, Vedran Hadžić

## Značilnosti obremenitev gibal pri odbojki

### Izvleček

Prispevek obravnava vertikalni skok in zamah z roko pri odbojki, kot dve temeljni gibalni prvini odbojke. Predstavljena je osnovna funkcionalna anatomija obeh prvin in pojasnjena jasna povezava med specifičnimi obremenitvami gibal pri odbojki in pojavnostjo poškodb pri odbojki, kar je pomembno izhodišče za načrtovanje treninga in preventivnih ukrepov pri odbojki.

**Ključne besede:** vertikalni skok, zamah z roko, poškodbe

### Basic movement patterns in volleyball

#### Abstract

We have described a vertical jump and arm swing as two basic movement patterns in volleyball. Basic functional anatomy is represented for each movement and a relationship between specific loads and injuries in volleyball is explained as an important starting point for the design of training and preventive measures in volleyball.

**Key words:** vertical jumps, arm swing, injury

### Uvod

Odbojka je zelo razširjen moštveni šport, ki se igra tako na vrhunski kot tudi na rekreativni ravni (Reeser, Verhagen, Briner, Askeland in Bahr, 2006). Osnovne značilnosti odbojke so kratkotrajna hitra in eksplozivna gibanja, hitro premikanje v igralnem polju in veliko število skokov tako v fazi napada kot tudi v fazi obrambe. Čeprav posamezne tekme lahko trajajo tudi do 3 ure, je odbojka v osnovi anaerobni šport (Popadic Gacesa, Barak in Grujic, 2009), in za ukvarjanje z njo morajo posamezniki imeti določene telesne značilnosti poleg tehničnega in taktičnega znanja odbojke. Med takšne značilnosti sodi tudi mišična moč tistih mišičnih skupin, ki so potrebne za izvajanje osnovnih gibalnih prvin pri odbojki, in sicer *vertikalnega skoka* (ta se izvaja pri skok servisu, pri napadalnem udarcu in v fazi obrambe – t. i. blok skok) in *posledičnega doskoka* ter *zamaha z roko* nad nivojem glave (ta se izvaja pri skok servisu in pri napadalnem udarcu).

Pogostost izvajanja teh gibalnih prvin je pri odbojki vsekakor odvisna tudi od igralnega mesta, ki je pri odbojki precej specializirano. Igralna mesta so podajalec, napadalec (korektor), sprejemalec-napadalec, srednji bloker in prosti igralec (libero). Glede na trenutno veljavna pravila igre je še najbolj specializirana igralna pozicija prostega igralca, ki ne sme servirati, izvajati napadalne udarce ali podajati z zgornjim odbojem napadalcem, ko se med igro nahaja v 3-metrskem območju pri mreži, kar seveda pomeni, da je število skokov in število zamahov z roko pri tej igralni poziciji bistveno manjše. V sami začetni šeststerki sta običajno podajalec, dva srednja blokerja, dva sprejemalca/napadalca in specializirani napadalec (FIVB, 2012). Glede na igralne naloge je za pričakovati,

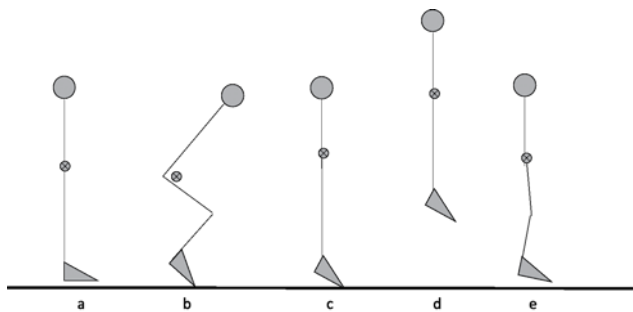
da so obremenitve gibal v smislu skokov in zamahov z roko največje pri napadalcih, sprejemalcih/napadalcih in srednjih blokerjih.

### Vertikalni skok pri odbojki

Vertikalni skok je ena od elementarnih gibalnih prvin pri številnih športnih panogah (odbojka, košarka, nogomet, rokomet, skok v višino ...). Zahtevnost vertikalnega skoka pri odbojki je toliko večja, ker je vsa igra usmerjena v področje okrog igralne mreže, ki je postavljena na višini 243 cm za moške oz. 224 cm za ženske (FIVB, 2012). V osnovi poznamo več vrst vertikalnih skokov, kot so skok iz nasprotnega gibanja, skok iz počepa in globinski skok (Linthorne, 2001).

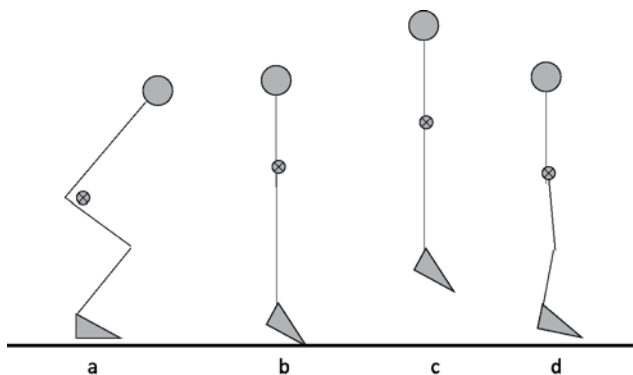
Pri skoku iz nasprotnega gibanja (**Slika 1**) posameznik pričinja skok iz stoječega položaja, in sicer tako, da najprej naredi gibanje navzdol, pri čemer prihaja do fleksije kolena in kolka ter dorzalne fleksije stopala. V fazi gibanja navzdol prihaja do ekscentrične obremenitve štiriglave stegenske mišice (*m. quadriceps femoris*; v nadaljevanju besedila se bo zaradi racionalnosti uporabljal izraz kvadriceps) ter koncentrične obremenitve mišic zadnje lože stegna in dorzalnih fleksorjev stopala. Tej fazi sledi takojšnja in hitra ekstenzija v kolnih in kolkah ter plantarna fleksija stopala z namenom odriva in skoka v višino. V tej propulzijski fazi vertikalnega skoka prihaja do koncentrične kontrakcije kvadricepsa in plantarnih fleksorjev stopala. K začetni hitrosti odriva najbolj prispevata prav jakost kvadricepsa (56 %) (Sattler, Sekulic, Esco, Mahmutovic in Hadzic, 2015; Sattler idr., 2016) ter plantarnih fleksorjev stopala (22 %) (Ratamess, 2012). Ta tip skoka je bistveno odvisen od ek-

scentrično-koncentričnega naprežanja (angl. *stretch-shortening cycle*) in pri izvedbi tovrstnega skoka so pomembni tako parametri mišične jakosti kot tudi senzoro-motorični dejavniki, saj lahko pretirana inhibicija s strani Golgijevega kitnega organa povzroči slabšo koncentrično fazo skoka iz nasprotnega gibanja s posledično nižjo maksimalno višino skoka (Hunter in Marshall, 2002; Ratamess, 2012). Številna gibanja, kot so tek, skakanje in metanje, vključujejo mišične aktivnosti, pri katerih želenemu gibanju predhodi gibanje v nasprotni smeri. Gibanje v nasprotni smeri povzroči razteg elastičnih komponent mišice, s čimer se facilitira mišično vreteno (to velja zgoj v primeru hitrega raztega, saj počasen razteg dovoljuje prilagoditev na razteg) in tej fazi skoka iz nasprotnega gibanja pravimo ekscentrična ali polnitvena (v tej fazi se v mišici spravi elastična energija) faza. Tej fazi sledi amortizacijska faza ali faza sklopitve ekscentrične in koncentrične faze, ki mora biti kratka, saj bi se drugače spravljena elastična energija porazgubila kot toplota, in takoj zanjo sledi koncentrična faza ali faza praznjenja (Chmielewski, Myer, Kauffman in Tillman, 2006), pri kateri se spravljena elastična energija v mišici izkoristi za izvedbo vertikalnega skoka.



**Slika 1.** Faze skoka iz nasprotnega gibanja.

Prirejeno po Linthornu (Linthorne, 2001). a – začetni stoječi položaj, b – faza polnitve, c – faza odriava in sklopitve ekscentrično-koncentrične kontrakcije, d – koncentrična faza – let, e – faza doskoka.



**Slika 2.** Faze skoka iz počepa.

Prirejeno po Linthorne (Linthorne, 2001). Pri tem tipu skoka ni nasprotnega gibanja in se skok pričanja iz počepa, čemur takoj sledi koncentrična faza (b, c) skoka z ekstenzijo v kolnih in kolkih.

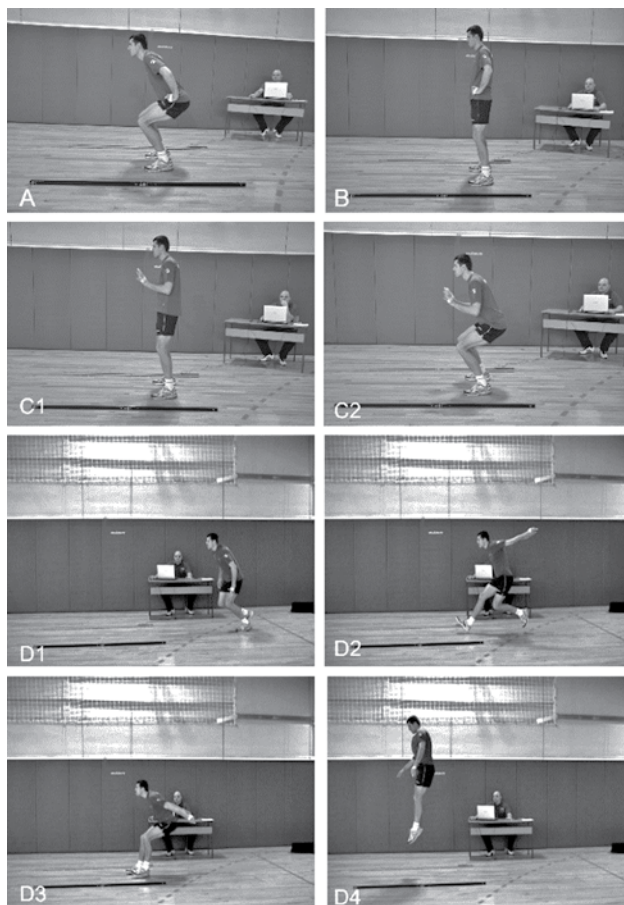
Pri skoku iz počepa (**Slika 2**) posameznik začne skok iz počepa, nato pa močno iztegne kolena in kolke ter odrine od podlage. Pri tem tipu skoka se posameznik ne premika v nasprotni smeri, tako da je takšen tip skoka po naravi koncentričen, saj ne vključuje faze polnitve. Gre za dokaj neobičajen tip skoka, ki se izjemno redko uporablja v praksi, saj je praktično edini primer tovrstnega skoka

odriv pri smučarjih skakalcih, ki do točke odriava vzdržujejo specifičen kot v kolenu in kolkih (Linthorne, 2001).

Skok iz nasprotnega gibanja je veliko bolj naravna oblika gibanja in večina posameznikov dosega okrog 7 % višje maksimalne vrednosti vertikalnega skoka pri skoku iz nasprotnega gibanja kot pa pri skoku iz počepa (Bobbert in van Ingen Schenau, 1988; Wagner, Tilp, von Duvillard in Mueller, 2009).

Pri globinskem skoku posameznik seskoči iz določene višine in nato izvede vertikalni skok. Višina, s katere izvaja seskok, pomembno vpliva na fazo polnitve, ki smo jo opisali pri skoku iz nasprotnega gibanja, in zato pri višinah seskoka 20 cm, 40 cm in 60 cm končna višina skoka narašča, vendar pri določenih višini seskoka le ta ne predstavlja več prednosti in pripelje do slabše mišične aktivacije ter posledično manjše višine vertikalnega skoka (Neptune, McGowan in Fiaidt, 2009; Taube, Leukel in Gollhofer, 2012).

Vertikalni skoki pri odbojki se izvajajo pri serviranju, napadalnem udarcu in blokiranju nasprotnika (Wagner idr., 2009). Pri napadalnem udarcu in servisu omogoča višina skoka stik z žogo bistveno nad višino mreže, kar omogoča boljši kot udarca, pri samem blokiranju pa višina skoka omogoča bolj učinkovito blokiranje nasprotnikovih napadalnih udarcev, ker lahko z višino skoka bloker bolj prenese roke preko mreže in s tem zmanjša kot napadalnega



**Slika 3.** Vertikalni skoki pri odbojki.

C1 – začetni položaj pri blok skoku, ki mu sledi faza nasprotnega gibanja – C2; D1–D4 – napadalni/servis skok s tri koračnim zaletom in zamahom rok; D1 – pristop, D2 – delni globinski skok, D3 – nasprotno gibanje, D4 – vertikalni skok.

udarca nasprotniku. Skok za napadalni udarec in skok za servis se izvajata iz zaleta in z zamahom rok z nekaj elementi globinskega skoka, medtem ko je blok skok tipičen primer skoka iz nasprotnega gibanja. Potrebno je omeniti, da zamah z roko pri izvedbi vertikalnega skoka prispeva dodatnih 19–23 % višine skoka (Hara, Shibayama, Takeshita in Fukushima, 2006; Lees, Vanreenterghem in De Clercq, 2004; Sattler, Hadzic, Dervisevic in Markovic, 2015). Za različne igralne pozicije pri odbojki in različne vrste vertikalnega skoka navajajo, da je število skokov na tekmo pri ženskah med 20 in 57 (Rocha in Barbanti, 2007). Podatkov o moški odbojki žal nimamo, vendar že ti podatki govorijo o tem, kako pogosto se izvaja ta gibalna prvina pri odbojki.



Slika 4. Mišice, ki sodelujejo pri izvedbi vertikalnega skoka.

Prirejeno po Rodacki (Rodacki idr., 2002) GM – *gluteus maximus*, ST – *semitendinosus*, GAS – *gastrocnemius*, SOL – *soleus*, RF – *rectus femoris*, VL – *vastus lateralis*.

Pri izvedbi vertikalnega skoka (Slika 3) igrajo veliko vlogo ekstenzorji kolka, ekstenzorni aparat kolena ter plantarni fleksorji stopala, ki se aktivirajo v tem zaporedju (proksimalno proti distalno: kolk, koleno, stopalo) v fazi odziva (Rodacki, Fowler in Bennett, 2002; Umberger, 1998). Povprečna višina vertikalnega blok skoka pri slovenskih odbojkarjih/odbojkaricah znaša 49 cm/33 cm, višina napadalnega skoka pa 64 cm/43 cm (Sattler, Sekulic, Hadzic, Uljevic in Dervisevic, 2012). Doskok iz takšne višine v tekmovalnih pogojih predstavlja zahtevno gibalno nalogo, ki vključuje dobro koordinacijo in dober dinamični mišični nadzor v smislu amortizacije doskoka (tu pomembno vlogo igrajo ekscentrična aktivnost in moč mišic meč ter stegna), saj je nepravilen doskok pogost mehanizem poškodovanja pri športih, kjer je vertikalni skok elementarna gibalna prvina (Hadzic idr., 2009; Louw, Grimmer in Vaughan, 2006).

## ■ Zamah z roko pri odbojki

Zamah z roko nad nivojem glave je gibalna prvina, ki jo srečujemo pri številnih športnih panogah, kot so bejzbol, rokomet, vaterpolo, tenis, badminton, met kopja in seveda odbojka. Pri zamahu z roko nad nivojem glave koordinirano delujejo vsi štirje sklepi ramenskega obroča: akromioklavikularni, sternoklavikularni, glenohu-

meralni in skapulotorakalni sklep. Biomehaniko zamaha z roko so najprej opisali pri bejzbolu (Dillman, Fleisig in Andrews, 1993).

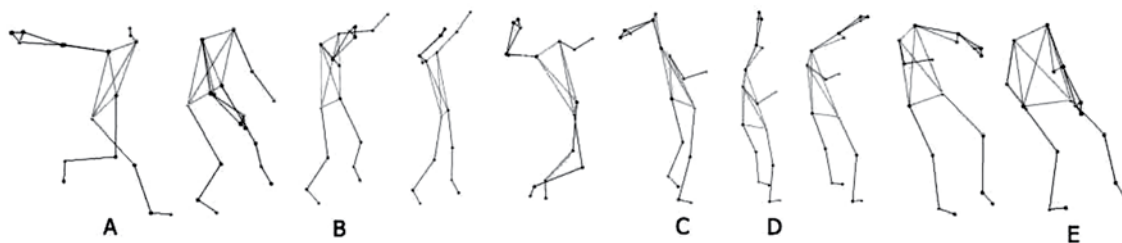


Slika 5. Kritični fazi zamaha z roko nad nivojem glave pri odbojki.

Pri izvedbi zamaha z roko obstajata dve kritični fazi, pri katerih je ramenski sklep še posebej obremenjen, in sicer faza maksimalne zunanje rotacije (na Sliki 5 levo) in faza pojemka (na Sliki 5 desno). Za maksimalno zunanjo rotacijo je potrebno koncentrično delovanje zunanjih rotatorjev (ZR) glenohumeralnega (GH) sklepa ob sočasnem delovanju sprednje nazobčane mišice (*m. serratus anterior*), ki zagotavlja zunanjo rotacijo lopatice v skapulotorakalnem (ST) sklepu ter tako odmika akromion in omogoča vzdrževanje položaja roke nad nivojem glave. Faza pospeška je povezana s koncentričnim delom notranjih rotatorjev (NR) in horizontalnih primikalk GH sklepa. Ta faza je s stališča športne uspešnosti precej zanimiva, saj zagotavlja visoko hitrost potovanja žoge (npr. pri tenisu, bejzbolu in odbojki) in je zato krepitev mišičnih skupin, ki omogočajo izvedbo te faze, precej poudarjena v sklopu trenažnega procesa (velika prsna mišica, sprednja in srednja vlakna trikotne mišice, široka hrbtna mišica). Druga kritična faza zamaha z roko je faza pojemka, pri kateri prihaja do močne ekscentrične obremenitve struktur ramenskega sklepa zlasti ZR, tretjine trikotne mišice (*m. deltoideus*), rombostih mišic (*m. rhomboidei*) ter spodnje in srednje tretjine kapucaste mišice (*m. trapezius*). Ekscentrično delo teh mišičnih skupin upočasni ud in ohrani njegov stik z aksialnim skeletom ter predstavlja svojevrstno protiutež močnim navorom, ki so bili ustvarjeni v fazi pospeška.

Podatki iz študij govorijo, da odbojkar, ki trenira 16–20 ur/teden, izvede na letni ravni okrog 40.000 zamahov z roko nad nivojem glave (Kugler, Kruger-Franke, Reininger, Trouillier in Rosemeyer, 1996). Kinematika zamaha z roko nad nivojem glave pri odbojki je bila opisana šele pred kratkim (Reeser, Fleisig, Bolt in Ruan, 2010). Zamah z roko pri odbojki je razdeljen v pet faz (Slika 6), in sicer: pristop (A), vertikalni skok iz nasprotnega gibanja (B), med katerim se ustvari in shrani potencialna energija spodnjega uda in trupa, in mu sledi faza maksimalne zunanje rotacije v GH sklepu, kjer se dodatno nakopiči potencialna energija zavoljo rotacije trupa. Ta potencialna energija se v fazi pospeška (C) pretvori v kinetično energijo, s katero se zgornji ud ob notranji rotaciji in horizontalnem priročanju pospeši do stika z žogo (D), po katerem sledi faza pojemka, v kateri ekscentrično delo mišic zadnjega dela GH sklepa ustvari navor, ki ohrani integriteto tega sklepa in amortizira stik z žogo (Reeser, Fleisig idr., 2010).

V odvisnosti od vrste udarca se hitrost odbojarske žoge po udarcu giblje med 9 in 16 m/s, maksimalne kotne hitrosti notranje rotacije pa znašajo okrog 2600°/s, pri čemer dosegajo koncentrični navori notranjih rotatorjev vrednosti 30–40 Nm, vemo pa, da je od te jakosti odvisna hitrost potovanja žoge med servisom (Forthomme,



**Slika 6.** Kinematika zamaha z roko pri odbojki. Prirejeno po Reeser (Reeser, Fleisig idr., 2010).

Reeser (Reeser, Fleisig idr., 2010) je zamahe z roko pri odbojki dodatno razdelil v pet podskupin glede na način izvedbe, in sicer: napadalni udarec z notranjo rotacijo (t. i. udarec preko rame), napadalni udarec z zunanjo rotacijo rame, plasirani udarec, skok servis in servis brez rotacije žoge (t. i. *float servis*).

Croisier, Ciccarone, Crielaard in Cloes, 2005). V literaturi je dovolj dokazov, ki nesporno kažejo na velik pomen teh mišičnih skupin pri izvedbi zamaha z roko, da je upravičeno domnevati, da lahko predstavlja jakost teh mišičnih skupin pomembno vlogo tudi pri nastanku poškodb ramenskega sklepa pri odbojkarjih (Hadzic, Sattler, Veselko, Markovic in Dervisevic, 2014) ter smo tudi v naši študiji potrdili, da imajo odbojkarji s prejšnjo poškodbo rame nižje razmerje moči zunanja rotacija/notranja rotacija, kot pa odbojkarji brez prejšnjih težav z ramo.

## ■ Povezava med obremenitvijo in poškodbami pri odbojki

Ob upoštevanju prej omenjenih obremenitev gibal pri odbojki sta vzorec in anatomska lokacija poškodb pri odbojki dokaj razumljiva. Večina poškodb pri odbojki nastaja v konfliktni coni okrog mreže, in sicer po doskoku, pri čemer igralec stopi na nogo soigralca ali nasprotnega igralca na drugi strani mreže, pri čemer utрпи **akutni zvin gležnja**, ki je daleč najpogostejša poškodba pri odbojki tako na vrhunskem kot tudi na rekreativnem oz. šolskem nivoju (Agel, Palmieri-Smith, Dick, Wojtys in Marshall, 2007; Bahr in Bahr, 1997; Verhagen, Van der Beek, Bouter, Bahr in Van Mechelen, 2004; Videmsek, Karpljuk, Mlinar, Mesko in Stihec, 2010).

Za specifično populacijo odbojkarjev so s prospektivnimi epidemiološkimi študijami potrdili vpliv prejšnjega zvina gležnja na povečano tveganje za ponovni zvin (Bahr in Bahr, 1997; Verhagen idr., 2004). Zanimivo je, da kljub pogostosti akutnega zvina gležnja pri odbojki ni bilo študij, ki bi prospektivno preučile tudi druge more-

bitne notranje dejavnike tveganja za zvin gležnja. Kljub temu pa na podlagi podatkov iz študij, opravljenih na drugih populacijah,

vemo, da med potencialne notranje dejavnike tveganja lahko uvrščamo tudi obseg gibljivosti v dorzalni fleksiji, moč dorzalnih fleksorjev stopala ter posturalno stabilnost, merjeno s stabilometri (de Noronha, Refshauge, Herbert, Kilbreath in Hertel, 2006; Willemis idr., 2005).

**Na drugem mestu** po pogostosti so pri odbojkarjih **poškodbe kolena** (Agel idr., 2007; Verhagen idr., 2004). V tem primeru gre večinoma za **preobremenitveni sindrom patelarnega ligamenta**, ki mu pravimo patelarna tendinopatija oz. koleno skakalca. Kot že samo ime pove, gre za tendinopatijo, ki nastane zavoljo ponavljajočih se velikih ekstenzornih obremenitev med vertikalnim skokom. Zaradi velike prevalence in pomembnega vpliva na odsotnost iz tekmovalno-treznega procesa pri odbojkarjih, je kar nekaj študij, ki so opisane v nadaljevanju, preučilo dejavnike tveganja za patelarno tendinopatijo pri odbojkarjih. Med te dejavnike sodijo moški spol (3-4krat večje tveganje kot pri ženskah) (van der Worp, van Ark, Zwerver in van den Akker-Scheek, 2012; Visnes in Bahr, 2013), skupna količina treninga (1,7-krat večje tveganje za vsako dodatno uro treninga) (Visnes in Bahr, 2013), zavrtja gibljivost dorzalne fleksije gležnja (Malliaras, Cook in Kent, 2006), visoki navori evertorjev in invertorjev stopala, zunanjih tibialnih rotatorjev (Richards, Ajemian, Wiley, Brunet in Zernicke, 2002), velike vertikalne reakcijske sile ob skoku ter hitro razvijanje koncentričnega navora ekstenzorjev kolena (Richards idr., 2002) in posledično boljše skakalne sposobnosti posameznika (Lian, Refsnes, Engebretsen in Bahr, 2003). Videti je, da je prav višina vertikalnega skoka kritični dejavnik nastanka patelarne tendinopatije, in da prav ta višina prispeva tudi k večji pojavnosti patelarne tendinopatije pri moških, kot pa morebitne razlike v tehniki skoka med spoloma (Janssen, Brown, Munro in Steele, 2014; Janssen, Steele, Munro in Brown, 2014). Med druge dejavnike tveganja se uvrščajo tudi ultrazvočne lastnosti patelarnega ligamenta, kot je na primer prisotnost hipohogenih področij v patelarnem ligamentu, kar naj bi predstavljalo 3,3-krat (95 % interval zaupanja 1,1–9,2) večje tveganje za razvoj patelarne tendinopatije pri mlajših odbojkarjih (Gisslen, Gyulai, Nordstrom in Alfredson, 2007; Visnes, Tegnander in Bahr, 2014).

**Tabela 1.** Nekatere kinematične lastnosti različnih vrst zamaha z roko pri odbojki

Kinematični parameter	Napadalni udarec z notranjo rotacijo (t. i. udarec preko rame)	Napadalni udarec z zunanjo rotacijo rame	Plasirani udarec	Skok servis	Servis brez rotacije žoge (t. i. »float« servis)
Maksimalni kot zunanje rotacije (°)	160 ± 10	163 ± 10	129 ± 32	164 ± 11	158 ± 12
Navor zunanjih rotatorjev (Nm)	36,8 ± 9,1	36,7 ± 9,0	16,5 ± 7,6	40,3 ± 10,4	31,9 ± 8,2
Proksimalna sila v GH sklepu (N)	99 ± 64	412 ± 94	172 ± 83	358 ± 75	330 ± 63
Maksimalna kotna hitrost notranje rotacije (°/s)	2444 ± 608	2594 ± 772	1315 ± 502	2505 ± 1005	1859 ± 623
Hitrost potovanja žoge (m/s)	15,7 ± 1,7	15,5 ± 2,0	8,9 ± 1,7	15,5 ± 1,7	14,1 ± 1,4

Prirejeno po Reeserju (Reeser, Fleisig idr., 2010).

Poleg patelarne tendinopatije so med poškodbami možne sicer težke, vendar k sreči pri odbojki bolj redke poškodbe sprednje križne vezi (Prodromos, Han, Rogowski, Joyce in Shi, 2007; Vauhnik idr., 2011), ki so običajno posledica valgusnega stresa in notranje tibialne rotacije ob samem doskoku.

Tretje mesto po pogostosti pa pripada preobremenitvenim poškodbam ramenskega sklepa (Agel idr., 2007; Reeser idr., 2006), ki je precej obremenjen med skok servisom in napadalnim udarcem. Po podatkih iz Verhagrove študije (Verhagen idr., 2004) je osnovni problem poškodb ramenskega sklepa v tem, da povzročajo najdaljšo odsotnost iz tekmovalno-trenažnega procesa (v povprečju 6,2 tedna). Reeser v svoji obsežni presečni študiji o poškodbah ramenskega sklepa pri odbojkarjih (Reeser, Fleisig idr., 2010) navaja, da je skoraj 60 % sodelujočih odbojkarjev vsaj enkrat v karieri imelo težave z ramo, v zadnji tekmovalni sezoni pa nekaj čez 40 %. V skoraj 50 % primerov je bila poškodba rame takšne narave, da je pomembno vplivala na njihove športne zmogljivosti. Več težav so beležili napadalci (korektorji) ter tisti odbojkarji, ki so se med različnimi tehnikami servisa pogosteje odločali za skok servis. Med dejavnike tveganja za nastanek bolečin v rami sodijo deficiti notranje rotacije, večji kot 10 % celotnega rotacijskega loka kontralateralne rame (Burkhart, Morgan in Kibler, 2003b). Prav tako naj bi med dejavnike tveganja sodila tudi šibkost stabilizatorjev trupa, kar je prvi opisal Burkhart (Burkhart, Morgan in Kibler, 2003a) za splošno populacijo športnikov, nato pa za odbojko potrdil Reeser (Reeser, Joy, idr., 2010). Pregledni članek o študijah, ki so preučevale pomen zunanje in notranje rotacije pri odbojkarjih, navaja, da je lahko neustrezno razmerje mišične jakosti med zunanjimi in notranjimi rotatorji pomemben dejavnik tveganja za nastanek bolečin v rami pri odbojkarjih (Reeser idr., 2006), vendar avtorji poudarjajo pomen nadaljnjih prospektivnih študij, ki bi lahko z večjo gotovostjo potrdile to domnevo.

Torej, najbolj značilne in pogoste poškodbe pri odbojki so zvin gležnja, patelarna tendinopatija in bolečine v rami (Slika 7). Že bežen pogled kaže na jasno povezavo med značilnimi obremenitvami gibal pri odbojki (skoki in zamah z roko nad nivojem glave) in poškodbami.



Slika 7. Najbolj pogoste poškodbe pri odbojki (prirejeno z uporabo prostih spletnih virov).

## Zaključek

V članku smo jasno predstavili, kako nujno je dobro poznavanje obremenitve gibal pri posamezni športni panogi za razumevanje vzorca poškodb, ki v tej panogi prevladujejo. Vsak trener se mora zavedati obremenitev, ki so jim športniki izpostavljeni, saj jih bo le tako lahko ustrezno pripravil na njih in istočasno poskrbel za primerno preventivno pred poškodbami.

Še vedno je malo podatkov o tem, kakšne obremenitve nastajajo med samo igro, vendar pa nova tehnologija na trgu omogoča že dovolj natančno zaznavanje skokov (tudi višino le teh), pospeškov in ostalih parametrov, ki so pomembni za razumevanje gibanja med odbojarsko igro. Prav to pa bo lahko v prihodnosti pomagalo, da bo ciklizacija treningov še bolj usmerjena, prav tako pa bodo informacije lahko koristne za preventivo poškodb ter tudi rehabilitacijo in nadzirano vključevanje športnika na tekmovalno raven po poškodbi.

## Viri

- Agel, J., Palmieri-Smith, R. M., Dick, R., Wojtyś, E. M. in Marshall, S. W. (2007). Descriptive epidemiology of collegiate women's volleyball injuries: National Collegiate Athletic Association Injury Surveillance System, 1988-1989 through 2003-2004. *J Athl Train*, 42(2), 295-302.
- Bahr, R. in Bahr, I. A. (1997). Incidence of acute volleyball injuries: a prospective cohort study of injury mechanisms and risk factors. *Scand J Med Sci Sports*, 7(3), 166-171.
- Bobbert, M. F. in van Ingen Schenau, G. J. (1988). Coordination in vertical jumping. *J Biomech*, 21(3), 249-262.
- Burkhart, S. S., Morgan, C. D. in Kibler, W. B. (2003a). The disabled throwing shoulder: spectrum of pathology Part I: pathoanatomy and biomechanics. *Arthroscopy*, 19(4), 404-420. doi:10.1053/jars.2003.50128
- Burkhart, S. S., Morgan, C. D. in Kibler, W. B. (2003b). The disabled throwing shoulder: spectrum of pathology Part III: The SICK scapula, scapular dyskinesis, the kinetic chain, and rehabilitation. *Arthroscopy*, 19(6), 641-661.
- Chmielewski, T. L., Myer, G. D., Kauffman, D. in Tillman, S. M. (2006). Plyometric exercise in the rehabilitation of athletes: physiological responses and clinical application. *J Orthop Sports Phys Ther*, 36(5), 308-319. doi:10.2519/jospt.2006.2013
- de Noronha, M., Refshauge, K. M., Herbert, R. D., Kilbreath, S. L. in Hertel, J. (2006). Do voluntary strength, proprioception, range of motion, or postural sway predict occurrence of lateral ankle sprain? *Br J Sports Med*, 40(10), 824-828; discussion 828. doi:10.1136/bjism.2006.029645
- Dillman, C. J., Fleisig, G. S. in Andrews, J. R. (1993). Biomechanics of pitching with emphasis upon shoulder kinematics. *J Orthop Sports Phys Ther*, 18(2), 402-408.
- Official Volleyball Rules 2013-2016, (2012).
- Forthomme, B., Croisier, J. L., Ciccarone, G., Crielaard, J. M. in Cloes, M. (2005). Factors correlated with volleyball spike velocity. *Am J Sports Med*, 33(10), 1513-1519. doi:10.1177/0363546505274935
- Gisslen, K., Gyulai, C., Nordstrom, P. in Alfredson, H. (2007). Normal clinical and ultrasound findings indicate a low risk to sustain jumper's knee patellar tendinopathy: a longitudinal study on Swedish elite junior volleyball players. *Br J Sports Med*, 41(4), 253-258. doi:10.1136/bjism.2006.029488
- Hadzic, V., Sattler, T., Topole, E., Jarnovic, Z., Burger, H. in Dervisevic, E. (2009). Risk factors for ankle sprain in volleyball players: A preliminary analysis. *Isokinetics and Exercise Science*, 17(3), 155-160. doi:10.3233/ies-2009-0347

13. Hadzic, V., Sattler, T., Veselko, M., Markovic, G. in Dervisevic, E. (2014). Strength Asymmetry of the Shoulders in Elite Volleyball Players. *Journal of Athletic Training*, 49(3), 338-344. doi:10.4085/1062-6050-49.2.05
14. Hara, M., Shibayama, A., Takeshita, D. in Fukushima, S. (2006). The effect of arm swing on lower extremities in vertical jumping. *J Biomech*, 39(13), 2503-2511. doi:10.1016/j.jbiomech.2005.07.030
15. Hunter, J. P. in Marshall, R. N. (2002). Effects of power and flexibility training on vertical jump technique. *Med Sci Sports Exerc*, 34(3), 478-486.
16. Janssen, I., Brown, N. A., Munro, B. J. in Steele, J. R. (2014). Variations in jump height explain the between-sex difference in patellar tendon loading during landing. *Scand J Med Sci Sports*. doi:10.1111/sms.12172
17. Janssen, I., Steele, J., Munro, B. in Brown, N. (2014). Jump height is the critical factor affecting between-sex differences in patellar tendon loading during landing in volleyball. *Br J Sports Med*, 48(7), 611. doi:10.1136/bjsports-2014-093494.138
18. Kugler, A., Kruger-Franke, M., Reiningger, S., Trouillier, H. H. in Rosemeyer, B. (1996). Muscular imbalance and shoulder pain in volleyball attackers. *Br J Sports Med*, 30(3), 256-259.
19. Lees, A., Vanrenterghem, J. in De Clercq, D. (2004). Understanding how an arm swing enhances performance in the vertical jump. *J Biomech*, 37(12), 1929-1940. doi:10.1016/j.jbiomech.2004.02.021
20. Lian, O., Refsnes, P. E., Engebretsen, L. in Bahr, R. (2003). Performance characteristics of volleyball players with patellar tendinopathy. *Am J Sports Med*, 31(3), 408-413.
21. Linthorne, N. P. (2001). Analysis of standing vertical jumps using a force platform. *American Journal of Physics*, 69(11), 1198-1204. doi:doi:http://dx.doi.org/10.1119/1.1397460
22. Louw, Q., Grimmer, K. in Vaughan, C. (2006). Knee movement patterns of injured and uninjured adolescent basketball players when landing from a jump: a case-control study. *BMC Musculoskelet Disord*, 7, 22. doi:10.1186/1471-2474-7-22
23. Malliaras, P., Cook, J. L. in Kent, P. (2006). Reduced ankle dorsiflexion range may increase the risk of patellar tendon injury among volleyball players. *J Sci Med Sport*, 9(4), 304-309. doi:10.1016/j.jsams.2006.03.015
24. Neptune, R. R., McGowan, C. P. in Fiaidt, J. M. (2009). The influence of muscle physiology and advanced technology on sports performance. *Annu Rev Biomed Eng*, 11, 81-107. doi:10.1146/annurev-bioeng-061008-124941
25. Popadic Gacesa, J. Z., Barak, O. F. in Grujic, N. G. (2009). Maximal anaerobic power test in athletes of different sport disciplines. *J Strength Cond Res*, 23(3), 751-755. doi:10.1519/JSC.0b013e3181a07a9a
26. Prodromos, C. C., Han, Y., Rogowski, J., Joyce, B. in Shi, K. (2007). A meta-analysis of the incidence of anterior cruciate ligament tears as a function of gender, sport, and a knee injury-reduction regimen. *Arthroscopy*, 23(12), 1320-1325 e1326. doi:10.1016/j.arthro.2007.07.003
27. Ratamess, N. (2012). *ACSM's Foundations of Strength Training and Conditioning*. Indianapolis: Lippincott Williams in Wilkins.
28. Reeser, J. C., Fleisig, G. S., Bolt, B. in Ruan, M. (2010). Upper limb biomechanics during the volleyball serve and spike. *Sports Health*, 2(5), 368-374. doi:10.1177/1941738110374624
29. Reeser, J. C., Joy, E. A., Porucznik, C. A., Berg, R. L., Colliver, E. B., in Willick, S. E. (2010). Risk factors for volleyball-related shoulder pain and dysfunction. *PM R*, 2(1), 27-36. doi:10.1016/j.pmrj.2009.11.010
30. Reeser, J. C., Verhagen, E., Briner, W. W., Askeland, T. I., in Bahr, R. (2006). Strategies for the prevention of volleyball related injuries. *Br J Sports Med*, 40(7), 594-600; discussion 599-600. doi:10.1136/bjism.2005.018234
31. Richards, D. P., Ajemian, S. V., Wiley, J. P., Brunet, J. A. in Zernicke, R. F. (2002). Relation between ankle joint dynamics and patellar tendinopathy in elite volleyball players. *Clin J Sport Med*, 12(5), 266-272.
32. Rocha, M. A. in Barbanti, V. J. (2007). *Analysis of jumping in the spike, block and set skills of female volleyball players* (Vol. 9).
33. Rodacki, A. L., Fowler, N. E. in Bennett, S. J. (2002). Vertical jump coordination: fatigue effects. *Med Sci Sports Exerc*, 34(1), 105-116.
34. Sattler, T., Hadzic, V., Dervisevic, E. in Markovic, G. (2015). Vertical jump performance of professional male and female volleyball players: effects of playing position and competition level. *J Strength Cond Res*, 29(6), 1486-1493. doi:10.1519/JSC.0000000000000781
35. Sattler, T., Sekulic, D., Esco, M. R., Mahmutovic, I. in Hadzic, V. (2015). Analysis of the association between isokinetic knee strength with offensive and defensive jumping capacity in high-level female volleyball athletes. *J Sci Med Sport*, 18(5), 613-618. doi:10.1016/j.jsams.2014.08.002
36. Sattler, T., Sekulic, D., Hadzic, V., Uljevic, O. in Dervisevic, E. (2012). Vertical jumping tests in volleyball: reliability, validity, and playing-position specifics. *J Strength Cond Res*, 26(6), 1532-1538. doi:10.1519/JSC.0b013e318234e838
37. Sattler, T., Sekulic, D., Spasic, M., Osmankac, N., Vicente Joao, P., Dervisevic, E. in Hadzic, V. (2016). Isokinetic knee strength qualities as predictors of jumping performance in high-level volleyball athletes: multiple regression approach. *J Sports Med Phys Fitness*, 56(1-2), 60-69.
38. Taube, W., Leukel, C. in Gollhofer, A. (2012). How neurons make us jump: the neural control of stretch-shortening cycle movements. *Exerc Sport Sci Rev*, 40(2), 106-115. doi:10.1097/JES.0b013e31824138da
39. Umberger, B. R. (1998). Mechanics of the vertical jump and two-joint muscles: Implications for training. *Strength and Conditioning*, 20(5), 70-74. doi:10.1519/1073-6840(1998)020<0070:movtja>2.3.co;2
40. van der Worp, H., van Ark, M., Zwerver, J. in van den Akker-Scheek, I. (2012). Risk factors for patellar tendinopathy in basketball and volleyball players: a cross-sectional study. *Scand J Med Sci Sports*, 22(6), 783-790. doi:10.1111/j.1600-0838.2011.01308.x
41. Vauhnik, R., Morrissey, M. C., Rutherford, O. M., Turk, Z., Pilih, I. A. in Perme, M. P. (2011). Rate and risk of anterior cruciate ligament injury among sportswomen in Slovenia. *J Athl Train*, 46(1), 92-98. doi:10.4085/1062-6050-46.1.92
42. Verhagen, E. A., Van der Beek, A. J., Bouter, L. M., Bahr, R. M. in Van Mechelen, W. (2004). A one season prospective cohort study of volleyball injuries. *Br J Sports Med*, 38(4), 477-481. doi:10.1136/bjism.2003.005785
43. Videmsek, M., Karpiljuk, D., Mlinar, S., Mesko, M. in Stihec, J. (2010). Injuries to primary school pupils and secondary school students during physical education classes and in their leisure time. *Coll Antropol*, 34(3), 973-980.
44. Visnes, H. in Bahr, R. (2013). Training volume and body composition as risk factors for developing jumper's knee among young elite volleyball players. *Scand J Med Sci Sports*, 23(5), 607-613. doi:10.1111/j.1600-0838.2011.01430.x
45. Visnes, H., Tegnander, A. in Bahr, R. (2014). Ultrasound characteristics of the patellar and quadriceps tendons among young elite athletes. *Scand J Med Sci Sports*. doi:10.1111/sms.12191
46. Wagner, H., Tilp, M., von Duvillard, S. P. in Mueller, E. (2009). Kinematic analysis of volleyball spike jump. *Int J Sports Med*, 30(10), 760-765. doi:10.1055/s-0029-1224177
47. Willems, T. M., Witvrouw, E., Delbaere, K., Mahieu, N., De Bourdeaudhuij, I. in De Clercq, D. (2005). Intrinsic risk factors for inversion ankle sprains in male subjects: a prospective study. *Am J Sports Med*, 33(3), 415-423.

doc. dr. Tine Sattler  
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport  
tine.sattler@fsp.uni-lj.si