

## Uporaba izokinetičnih meritev mišične jakosti pri načrtovanju rehabilitacije in športne vadbe

Postopki v procesu športne vadbe in rehabilitacije po poškodbah v zadnjih letih ne temeljijo le na osnovi izkušenj in intuicije, ampak na merilnih tehnologijah, s katerimi dobimo objektivne kazalce o funkcionalnem stanju vadečega ali pacienta.



### Avtor:

dr. Mitja Bračič,  
predstojnik Centra za medicino in šport  
ZVD Zavod za varstvo pri delu d. d.  
Chengdujska cesta 25  
1260 Ljubljana Polje

Fotografije: Mitja Bračič

### Izvleček

Postopki v procesu športne vadbe in rehabilitacije po poškodbah v zadnjih letih ne temeljijo le na osnovi izkušenj in intuicije, ampak na merilnih tehnologijah, s katerimi dobimo objektivne kazalce o funkcionalnem stanju vadečega ali pacienta. Učinkoviti postopki vadbe in rehabilitacije so produkt programiranega in kontroliranega procesa treninga. Za ocenjevanje in spremljanje jakosti mišic se v svetu najpogosteje uporabljajo izokinetične meritve. Ker se meritve opravljajo v pogojih odprte kinetične verige, se vsak ud meri posebej, kar omogoča bilateralno primerjavo (npr. levo-desno, zdrava-poškodovana stran) mišične jakosti. Taka primerjava je zlasti zanimiva, ko govorimo o rehabilitaciji, določene izrazite razlike pa so lahko pogojene s tipom športa (npr. dominantna roka bi lahko imela bistveno večjo jakost od nedominantne roke). Zadnji pomemben podatek, ki nam ga da izokinetično testiranje, je ocena medmišičnega razmerja dinamičnih stabilizatorjev nekega sklepa. Podatki, ki jih dobimo z izokinetičnimi meritvami, so objektivni, natančni, točni in ponovljivi ter jih lahko uporabljamo kot osnovne napotke med načrtovanjem rehabilitacije in treninga ali kot primerljive podatke za oceno učinkovitosti različnih režimov treninga.

## 1 Uvod

Izokinetični dinamometri se uporabljajo za testiranje mišične jakosti že več kot 40 let. Prvi članki o uporabi izokinetične vadbe so bili objavljeni konec šestdesetih let prejšnjega stoletja. Od takrat pa do danes je bilo objavljenih 3724 člankov, ki govorijo o različnih vidikih izokinetike (kot delu metodologije testiranja ali trenažnega procesa). Prva knjiga, posvečena izključno izokinetiki, je bila izdana leta 1984; šele po štirih ponatisih se je sredi devetdesetih prejšnjega stoletja močno razširila sorodna literatura. Tolikšen obseg literature, posvečene uporabi izokinetike, dokazuje široko uporabo in številne možne aplikacije izokinetičnega testiranja in vadbe. Poleg široke uporabe v načrtovanju treninga za jakost in moč so te meritve tudi pomembno diagnostično orodje v rehabilitaciji po poškodbah (in boleznih) gibal, saj omogočajo objektivno spremljanje mišične jakosti pri pacientih, prav tako pa izsledki teh meritev pomagajo pri načrtovanju preventivnih programov vadbe.

Podatki, ki jih dobimo z izokinetičnimi meritvami, so objektivni, natančni, točni in ponovljivi ter jih lahko uporabljamo kot osnovne napotke med predsezonskim načrtovanjem treninga ali kot primerljive podatke za oceno učinkovitosti različnih režimov treninga (v tem primeru sta potrebni dve meritvi pred in po koncu trenažnega protokola).

Kakšne podatke dobimo z izokinetičnim testiranjem? Osnovni



Slika 1: Izokinetično testiranje kolenskega sklepa

parameter testiranja je maksimalni navor (angl. peak torque, PT) mišice oz. mišične skupine, izražen v njutonmetrih (Nm). Dobljeni navor je merilo mišične jakosti. Ker koncentrična mišična jakost močno korelira s telesno maso, se zaradi lažje primerjave med posamezniki ta navor običajno normalizira glede na telesno maso in se opredeli kot maksimalni navor glede na telesno težo (angl. peak torque to body weight) in izraža v Nm po kilogramu telesne teže. Ker se

meritve opravljajo v pogojih odprte kinetične verige, se vsak ud meri posebej, kar omogoča bilateralno primerjavo (npr. levo-desno, zdrava-poškodovana stran) mišične jakosti. Taka primerjava je zlasti zanimiva, ko govorimo o rehabilitaciji, določene izrazite razlike pa so lahko pogojene s tipom športa (npr. dominantna roka bi lahko imela bistveno večjo jakost od nedominantne). Zadnji pomembni podatek, ki nam ga da izokinetično testiranje, je ocena medmišič-





Slika 2: Izokinetično testiranje gležnja

nega razmerja dinamičnih stabilizatorjev nekega sklepa. Te podatke dobimo tako, da vrednosti mišične jakosti antagonistov in agonistov izrazimo kot razmerje.

Redno izokinetično testiranje omogoča:

- zbiranje podatkov za referenčne vrednosti jakosti mišic za različne tipe merjenecv (šport, poškodba);
- klasificiranje mišičnega dela kot normalnega ali abnormalnega v primerjavi z delom kontralateralnih mišic z normativnimi podatki ali mišičnim delom v kontrolni skupini;

teralnih mišic z normativnimi podatki ali mišičnim delom v kontrolni skupini;

- zbiranje krivulj vrtilnega momenta, ki bi lahko kazale na prisotnost patoloških procesov ali značilnosti, specifičnih za določen tip merjenca;
- ugotavljanje relativne učinkovitosti različnih režimov terapij in treningov;
- določanje količine vaj, da bi lahko predpisali režim vaj;
- ovrednotenje učinkov različnih načinov treninga ali testiranja (na primer: ekscentrični, kon-

centrični, izometrični), različnih hitrosti treninga ali testiranja in trajanja treninga;

- raziskovanje dejavnikov, ki so v zvezi z dinamometričnimi meritvami, vključujoč površino prečnega preseka mišic, izmerjeno s CT (računalniško tomografijo), s tem povezano elektromiografsko aktivnost, tip ali lokacijo električne stimulacije, ki povzroči nastanek (mišične) sile, fiziološke dejavnike, povezane z mišičnim delom, in biomehanske dejavnike, povezane z mišičnim delom.

Z objektivnim izokinetičnim testiranjem lahko testiramo celotno kinetično verigo spodnjega uda ali izvajamo izolirano izokinetično testiranje. Izolirano testiranje nam omogoča, da odkrijemo kakršno koli že obstoječo šibkost mišic, ki je prisotna in bi jo spregledali, če bi opravljali samo testiranje zaprte kinetične verige. Kinetična veriga je močna samo toliko kot njen najšibkejši člen. Izokinetično testiranje lahko odkrije specifično šibkost mišic, ki je lahko pri športnikih ali delavcih pokazatelj za poškodbe. Nategi mišic zadnje lože stegna so lahko povezani s pomanjkanjem gibljivosti, neravnotežjem jakosti in moči med kvadricepsom in zadnjo ložo ali z izrazitimi bilateralnimi razlikami v jakosti leve proti desni skupini mišic zadnje lože. Šibkost in pomanjkanje vzdržljivosti v rotatorski manšeti skapulotorakalnega mišičja lahko pripelje do bolečin in nestabilnosti v ramenu.

Dokumentiranje jakosti, moči in vzdržljivosti z izokinetičnim testiranjem odkriva specifične šibkosti in neravnovesja, ki morajo biti obravnavani z ustreznimi programi za trening moči.

Zunanji tvegani faktorji za pojav poškodb spodnjih udov so: specifična gibanja (agilnost, skoki), podlaga (moker parket ali trava), nepravilna obutev in pomanjkljiv nadzor športne vadbe ali fizičnega dela. Pri nadzoru športne vadbe ali fizičnega dela je pre malo pozornosti usmerjene v nadzor obremenitev in intenzivnosti. Posledica pomanjkljivega nadzora je lahko prevelika utrujenost, ki je velik tvegani dejavnik za pojav poškodb spodnjih udov. Notranji tvegani faktorji za pojav poškodb so: starost, spol, višina, teža, odstotek maščobne mase, anatomske dejavniki (Q-kot medenice, hiperpronacija stopal, kratki ligamenti), slaba živčno-mišična kontrola, slaba sklepna stabilizacija, nivo estrogena, slaba kondicijska priprava (slaba aerobna in anaerobna vzdržljivost, utrujenost, nizek nivo maksimalne moči mišic nog, slaba mišična razmerja, slaba gibljivost in slaba koordinacija) (Thacker in sod. 2003).

## 2 Izokinetično testiranje

Za preverjanje koncentrične in ekscentrične jakosti mišic kolenskega sklepa (slika 1), gležnja (slika 2), ramenskega sklepa (slika 3), komolca (slika 4) in zapestja (slika 5) se uporablja izokinetično testiranje z dinamometrom. Poleg merjenja maksimalnega navora



Slika 3: Izokinetično testiranje ramenskega sklepa

(PT) mišic določenega sklepa se v klinični praksi uporabljajo še izračuni mišičnih razmerij, ki nam dajo podatke o mišičnem ravnovesju in sklepni stabilizaciji, kar je pomembno pri preventivi pred poškodbami sklepa in sklepnih struktur (Baltzopoulos in Kellis 1998). Velike razlike v maksimalnem navoru mišic agonistov in antagonistov kažejo nesorazmerje v jakosti mišic, kar lahko privede do poškodbe sklepa (Yamamoto 1993). Najbolj pogo-

sto izračunavamo konvencionalno razmerje maksimalnega navora med ekstenzijo (KE) in fleksijo (KF) kolenskega sklepa in komolca, dorsifleksijo (DF) in plantarno fleksijo (PF) gležnja ter zunanjo (ZR) in notranjo (NR) rotacijo ramenskega sklepa.

Mišična moč in ustrezno mišično ravnovesje sta pomembna dejavnika za normalno delovanje kolenskega sklepa, poleg tega je moč mišic tudi vodilni dejavnik uspešnosti športnika (Dowson in





Slika 4: Izokinetično testiranje komolca

sod. 1998). Meritve koncentrične in ekscentrične moči mišic so pomemben element diagnostike oz. testiranja gibalnega potenciala športnikov in delavcev. Da lahko ustrezno ovrednotimo vrednosti, ki smo jih izmerili, in zanje oblikujemo normative, je treba pridobiti čim več podatkov, bodisi iz literature ali s pomočjo meritve, ki jih sami izvedemo na ustreznem vzorcu. V tem kontekstu so pomembni predvsem podatki o maksimalnem navoru in mišičnih razmerjih.

Pomembni so tudi podatki o asimetriji v mišični moči (npr. izrazito močnejša desna štiriglava stegenska mišica v primerjavi z levo). Določene asimetrije v moči

so fiziološke (do 10 %), večje (15–20 %) zahtevajo običajno podrobnejšo analizo in dodatne ter druge meritvene postopke, medtem ko so velike bilateralne razlike (> 20 %) vedno značilne in nikoli niso posledica naključja.

Številne študije so pokazale, da so velike bilateralne razlike pomemben dejavnik tveganja za poškodbo. Poleg absolutnih vrednostih mišičnega navora (ta je merilo moči mišice) se običajno izračunajo še medmišična razmerja, ki nam dajo podatke o mišičnem ravnovesju in sklepni stabilizaciji, kar je pomembno pri preventivi pred poškodbami kolenskega sklepa (Baltzopoulos in Kellis 1998). Velike razlike v

maksimalnem navoru štiriglave stegenske mišice in zadnje lože stegna (hamstrings) pripeljejo do medmišičnega nesorazmerja v moči mišic, kar lahko privede do poškodbe kolenskega sklepa (Yamamoto 1993). Dokaj običajna najdba je koncentrična šibkost zadnje lože stegna (upogibalk kolena) ob zelo dobrih vrednostih mišičnega navora štiriglave stegenske mišice. Take najdbe so pogoste zlasti pri tistih športih, kjer sodeluje štiriglava stegenska mišica kot t. i. »prime mover« pri osnovnih športnih prvinah, kot so npr. vertikalni skoki (košarka, odbojka, roko-met). Seveda je povsem logično, da večina trenerjev poskuša poudariti moč tistih mišičnih skupin, ki prispevajo k višini vertikalnega skoka (v prvi vrsti plantarni fleksorji, nato pa seveda tudi štiriglava stegenska mišica), vendar bi temu ustrezno morali dodajati tudi vaje za sorazmerno krepitev zadnje lože, čemur (kljub zanikanju stroke) žal nismo vedno priče.

Konvencionalno razmerje je razmerje med navorom v koncentrični (KON) in ekscentrični (ECC) kontrakciji mišic (hamstrings(KON)/quadriceps(KON), hamstrings (ECC)/quadriceps (ECC)) (Gerodimos in sod. 2003). Izračun razmerja maksimalnega navora mišic hamstrings in kvadriceps (HQR) v koncentrični in ekscentrični kontrakciji uporabljamo za določanje funkcionalne sposobnosti mišic kolenskega sklepa (Aagard in sod. 1995).

Dokazano je, da je razmerje HQR odvisno od hitrosti izvajanja kontrakcije (ekstenzija in fleksija kolena): pri nizki hitrosti ( $60^\circ/\text{sek}$ ) je normalno razmerje HQR okoli 0,60 (maksimalni navor mišic hamstrings je okoli 60 % maksimalnega navora mišice kvadriceps), pri višjih hitrostih kontrakcij ( $180^\circ/\text{sek}$  ali  $240^\circ/\text{sek}$ ) pa so vrednosti okoli 1,00 ali več (Osternig in sod. 1983). Pri koaktivaciji kolenskega sklepa deluje mišica hamstrings v ekscentričnem režimu krčenja, mišica kvadriceps pa v koncentričnem, zato je bolj objektiven izračun dinamično funkcionalno razmerje ( $\text{DFR} = \text{hamstrings (ECC)}/\text{quadriiceps (KON)}$ ) (Dvir in sod. 1989). V diagnostiki jakosti mišic je pomembno tudi razmerje maksimalnih navorov mišic v ekscentrični in koncentrični kontrakciji (razmerje ECC/KON). V primeru, da merjenec maksimalno izvede izokinetični test meritve navora mišice kvadriceps pri isti hitrosti v koncentričnem in ekscentričnem režimu dela, mora biti razmerje ECC/KON večje od 1,00, kar pomeni, da mora biti vrednost maksimalnega navora mišice v ekscentrični kontrakciji večja od maksimalnega navora v koncentrični kontrakciji (Dvir 2004). Če povečamo hitrost merjenja PT, se poveča tudi razmerje ECC/KON (Rizzardo in sod. 1988). Trudelle-Jackson, Meske, Highenboten in Jackson (1989) so v svoji raziskavi ugotovili, da ima od 35 do 54 % normalnih ljudi razmerje ECC/KON manjše od 0,85.



Slika 5: Izokinetično testiranje zapestja

### 2.1 Postopki pred testiranjem

Preden dejansko izvedemo izokinetično testiranje, obstaja vrsta korakov, ki jim moramo slediti tako, da optimiziramo proces testiranja in zbrane podatke. Kot prvi korak mora preiskovalec ali trener utemeljiti namen testiranja, tako da določi specifične protokole testiranja, podatke, ki jih mora zbrati, in kako se bodo podatki uporabljali. Ko je to opravil, mora preiskovalec poučiti merjenca o namenu testiranja. Pomembno je, da merjenec razume namen testiranja in kakšna bo korist za merjenca.

Preiskovalec je odgovoren za dobro počutje merjenca. Zaradi

varnosti merjenca mora imeti preiskovalec izkušnje z opremo, poznati mora procedure testiranja, razumeti, kako stabilizirati merjenca. Dinamometer mora biti varno usidran v tla ali steno, da bi preprečili nezaželeno gibanje in napačne rezultate. Oprema mora biti umerjena v skladu z napotki izdelovalca.

Preiskovalec mora povprašati o morebitnih prejšnjih poškodbah merjenca. V primeru prisotnosti poškodb merjenega sklepa (akutnih, kroničnih ali v preteklosti) je nujno potreben posvet z zdravnikom, ki ugotovi relativno ali absolutno kontraindikacijo za testiranje. Če ni kontraindikacij za testi-

ranje, lahko merjenec izvede splošno ogrevanje. Merjenec mora izvesti še specifično ogrevanje za predel, ki ga bomo testirali.

Preiskovalec mora skrbno dokumentirati vse vidike testiranja. Začetni položaj za testiranje mora biti določen in ponovljen pri ponovnem testiranju. Metoda, ki jo uporabljamo za povezavo anatomske osi z osjo sklepov, mora biti zapisana in dosledno uporabljana. Merjenec mora biti stabiliziran med testiranjem, da lahko izoliramo želeno mišično skupino; lahko uporabljamo različne trakove, da zmanjšamo vsakršno kompenzacijo med testiranjem (slika 1).

Preiskovalec mora določiti dolžino ročice vzvoda. Zaradi doslednosti testiranja in da bi povečali zanesljivost meritev, mora biti konstantna pri testiranju vseh posameznikov. Predobremenitev ali moč aktivacije lahko na nekaterih dinamometrih predhodno določimo. Glede na vsakega posameznika lahko preiskovalec po želji spreminja ta parameter. Vendar pa mora zaradi doslednosti ostati enak pri istem merjencu pri ponovnem testiranju. Pri nekaterih izokinetičnih sistemih testiranja lahko preiskovalec izbere nastavitve naklona in zaviranja, pri nekaterih sistemih pa je ta spremenljivka nameščena v računalniškem programu. Podobno določeni dinamometri zahtevajo postopek popravila gravitacije, medtem ko je pri nekaterih izokinetičnih sistemih testiranja to nameščeno v računalniškem programu.



Biodex balance

### 2.1.1 Dejavniki, ki vplivajo na meritve

Dejavnike, ki bi lahko vplivali na rezultate meritev, je v svoji doktorski disertaciji povzel Dervišević (2003).

#### Starost

Čeprav je malo doslednosti v literaturi glede protokolov testiranj, je dokazano, da vrtilni moment, delo in moč upadajo s staranjem. Med mnogimi dejavniki, ki vplivajo na starostne spremembe, je verjetno najpomembnejši vpliv

zmanjšanja nivoja aktivnosti pri starejšem posamezniku. Kljub temu pa je treba raziskovati na tem področju, da bi ocenili zmogljivost starejše populacije rekreativcev. To področje raziskav bo postalo še pomembnejše, ker vedno več posameznikov živi dlje in ohranjajo aktivnejši življenjski slog. S povečevanjem števila visokorazrednih kategorij pri tekmovanjih vsako leto bo vedno več in več posameznikov iskalo nasvete in tehnike, da bi izboljšali zmogljivost.





Fitnes

### Teža

Že od poznih sedemdesetih let prejšnjega stoletja smo zagovarjali stališče, da je normaliziranje testov osebkov odvisno od njegove telesne teže. Zmogljivost določimo z merjenjem največjega navora in ga delimo s telesno težo.

### Spol

Raziskave dosledno dokazujejo, da moški običajno tvorijo večje moči kot ženske, če se merjenci ujemajo po starosti in nivoju

aktivnosti. Zaradi tega se v deskriptivnih normativnih podatkih ne sme mešati spolov, temveč morajo biti specifični za populacijo.

### Športne izkušnje

Rezultati, navedeni v literaturi, kažejo, da ukvarjanje s športom vpliva na tvorbo moči. Seveda na rezultate testiranja vpliva specifičnost športa, s katerim se ukvarja. Iz tega sledi, da ni pravilno primerjanje normativov športne populacije z nešportno.

### Višina

Povezava med višino osebkov in njegovo izokinetično zmogljivostjo je nedokazana.

### Prisotnost poškodbe

V izokinetičnih testiranjih se neprizadeta (nepoškodovana ali nedominantna) stran pogosto primerja s prizadeto (poškodovano ali dominantno) stranjo v sklopu bilateralnih primerjav in primerjav z deskriptivnimi normativnimi podatki.

### Prevladovanje udov

Večina raziskav ne dokazuje pomembne razlike v spodnjih udih osebkov, ki sodelujejo pri simetričnih aktivnostih. Vendar pa, če se osebek ukvarja s športom, kot je skakanje v višino, pri katerem je en ud unilateralno dominanten, bi pričakovali, da ima odzivna/skakalna noga večjo moč. Nasprotno, več literature kaže asimetrijo v zgornjih ekstremitetah. Razlog je način uporabe. Ne glede na to, ali se nekdo ukvarja s športom, ki vsebuje gibalni vzorec ene dominantne ekstremitete, ali ne, ima zaradi aktivnosti v vsakdanjem življenju večina posameznikov dominanten ud, ki je pogosteje uporabljan. Iz tega sledi, da ko izvajamo bilateralno primerjavo na zgornjih udih, moramo misliti tudi na te aktivnosti in vzorce uporabe.

### 2.1.2 Z gibanjem povezani dejavniki

Pri testiranju in interpretaciji podatkov moramo vedno upošte-



vati naslednje dejavnike, povezane z gibanjem (Dervišević 2003).

### Kot v sklepu

Zaradi razmerja dolžina : napetost in zaradi biomehanike sklepa je tvorba moči kotno specifična. Ena od edinstvenih lastnosti izokinetike je prilagajanje upor, kar dovoljuje maksimalno dinamično obremenitev skozi celoten obseg giba. Vsaka stopnja v območju giba ima sposobnost razviti različne količine tvorbe moči glede na že prej omenjene kriterije.

### Mišično delovanje (koncentrično, ekscentrično)

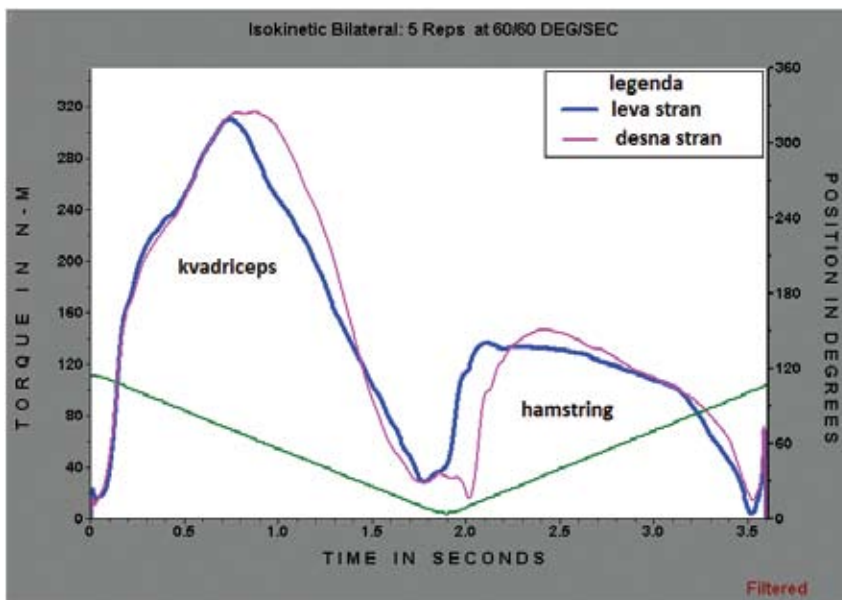
Primarno mišično delovanje, ki ga testiramo z izokinetično opremo, je koncentrično ali ekscentrično (čeprav obstajajo tudi druge variacije, ki so bile testirane, kot npr. izoakceleracija). Večina literature dokazuje povečano tvorbo moči pri ekscentričnem delovanju mišic, ker k tvorbi moči prispeva tako krčljivo kot nekrčljivo tkivo (elastična sestavina), medtem ko je pri koncentričnem mišičnem delovanju edino kontraktilni del, ki prispeva k razvoju moči.

### Način testiranja (izometrično, stalna obremenitev, izokinetično)

Namen tega poglavja ni razpravljati o vseh različicah in načinih testiranja, ampak moramo opozoriti, da lahko mišično zmogljivost dosežemo na številne načine.

### Sestavni deli testnih protokolov

Pri testiranju bi morali razviti in slediti osnovam mehanike.



Slika 6: Navor mišic kvadriceps in hamstring pri izokinetični meritvi kolenskega sklepa; hitrost merjenja 60°/sek – koncentrično

### Testne hitrosti

Preiskovalec izbere testno hitrost ali kotno hitrost po odločitvi, katera hitrost bo zagotovila najbolj uporabno informacijo. Kot splošno priporočilo predlagamo vzorčenje mišične sposobnosti tvorbe moči v spektru hitrosti. Pogosto bodo osebkimeli mnogo moči pri nižjih hitrostih, toda pri višjih hitrostih ne bodo tvorili moči enako hitro. Ti rezultati nam bodo potem omogočili, da določimo programe za rehabilitacijo ali športno vadbo na temelju testnih rezultatov.

Če ima osebek posebno patologijo, je še pomembnejše izvajanje testiranja s hitrostnim spektrom, ker obstajajo določene patologije, ki bolj pokažejo primanjkljaje pri različnih hitrostih.

### Ponovitve testiranj

Število ponovitev je odvisno od namena testiranja. Raziskovalci priporočajo vsaj pet ponovitev, in če ocenjujemo vrh vrtilnega

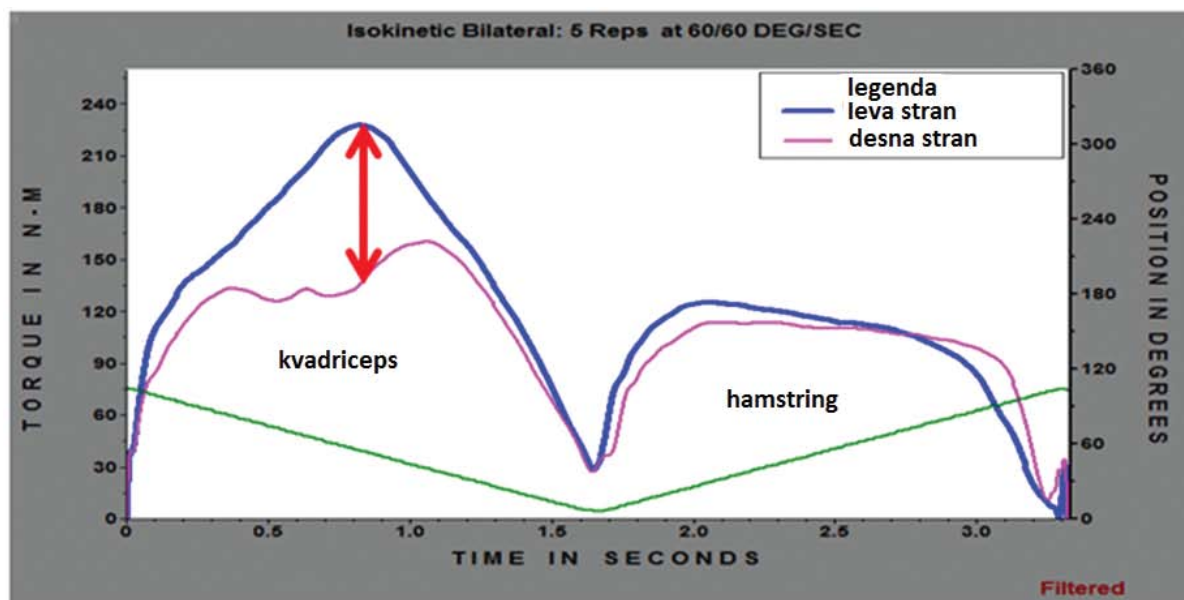
momenta, ne smemo vzeti testnih podatkov iz prve ponovitve. Če ocenjujemo moč mišic, bo ponovitev manj (< 10), če pa ocenjujemo mišično vztrajnost mišične skupine, bomo uporabili več ponovitev (npr. > 20) (Buchanan in Vardaxis 2003; Gerodimos in sod. 2003).

### Intervali počitka (odmora) med testiranjem

Verjamemo, da je optimalen interval počitka med vsako serijo ponovitev 90 sekund. Čeprav je to optimalen interval počitka, je lahko neprimeren zaradi časovnega presledka med poskusi ali serijami. Če izvajamo testiranje profila moči, priporočamo interval počitka tri minute.

### Kot sklepa ali območje gibanja

Pri večini testiranj se izvajajo celotni obsegi gibanj, omejeni seveda z zmogljivostmi stranke glede na opremo za testiranje in z omejitvami v tehnologiji. Vendar pa



Slika 7: Navor mišic kvadriceps in hamstring pri izokinetični meritvi kolenskega sklepa; hitrost merjenja 60°/sek – koncentrično, kjer je bila ugotovljena poškodba hrustanca v desnem kolenu.

lahko obstajajo primeri, pri katerih je pomembno oceniti mišično učinkovitost v omejeni amplitudi gibanja, na primer da oponašamo specifičen šport ali del obsega gibanja, ki je še posebej pomemben za zmogljivost.

#### Dosledna povratna informacija

Dokumentirano je bilo, da zagotovitev povratne informacije (verbalne, vizualne ...) osebku poveča učinkovitost. Zato mora preiskovalec biti dosleden pri zagotavljanju povratne informacije med izvajanjem testiranja. To je še posebej pomembno, če bomo raje izvajali ponavljajoče se testiranje kot pa enkratno testiranje.

#### Položaj med testiranjem

Kot smo že omenili, je položaj osebka pomemben glede na njegovo mišično zmogljivost. Če je mogoče, mora biti osebek nameščen čim bližje športnim položajem. Moramo spoznati, da sprememba položaja osebka spre-

ni dejavnike, kot so razmerje mišična dolžina : napetost in kinestetičen vložek v sklep.

#### Sklepno specifične smeri

Smer gibanja in funkcionalno usmerjeno testiranje, kot je opazovanje razmerja ekscentričnost : koncentričnost ob koncu obsega giba, sta pomembna. Če se zavedamo sklepno specifičnih smeri, lahko osebek oponaša mišično zmogljivost v vzorcih funkcionalnega gibanja.

#### Najprej testiramo neprizadeto stran

Iz dveh razlogov je pomembno, da najprej testiramo neprizadeto stran. Prvič, to omogoča osebku, da razume in izvaja gibe, ki morajo biti dovršeni, in zmanjšuje strah. Drugič, to zagotavlja podatke za bilateralno primerjavo, unilateralna razmerja in podobno.

#### Minimum in maksimum moči ali omejitve vrtilnega momenta

Te omejitve določi preiskovalec na osnovi testiranja posebnih osebkov. Za testiranje človeške zmogljivosti bo običajno najbrž nujna in zaželeno zgornja meja praga izokinetičnega dinamometra.

#### Spretnosti in vaje preizkuševalca

Zaradi mnogih dejavnikov, ki lahko vplivajo na rezultate testiranja – kot so pravi položaj in stabilizacija, različne računalniške nastavitve, povratna informacija osebku – ima prednost pri izvajanju testiranja več in izkušen preizkuševalec. Za doslednost pri ponovnem testiranju bi moral tudi nadaljnja testiranja izvajati isti preiskovalec.

#### 3 Interpretacija rezultatov testiranja

Mišično zmogljivost lahko klasificiramo kot normalno ali nenormalno na osnovi rezultatov izokinetičnih testiranj. Testiramo lahko bilateralno, kjer primerjamo



podatke leve in desne strani, da lahko odkrijemo deficite ali vzorce šibkosti. Razmerje za agonistične/antagonistične mišične skupine, kot so kvadriceps/hamstring ali notranji/zunanji rotatorji ramena, lahko dajejo oceno neravnotežij, ki lahko privedejo športnika do poškodbe. Podatke lahko primerjamo tudi z normiranimi podatki, določenimi za različne starostne skupine in nivoje aktivnosti.

Te primerjave lahko olajšajo načrtovanje treninga za razvoj moči in povrnitev normalnega mišičnega ravnovesja, moči in vzdržljivosti s ciljem, da preprečimo poškodbe in izboljšamo zmogljivost (sliki 6 in 7).

### 3.1 Analiza podatkov in oblikovanje programov

Z informacijami iz testiranj lahko kvantificiramo vadbo, s čimer lahko predpišemo režim vadbe.

Analiza razmerja največjega navora PT/telesno teža [Nm/kg], celotnega dela, povprečne moči in energije torzijskega pospeška lahko odkrije tarčne predele, ki bi morali biti posebej obravnavani. Nizka razmerja PT/telesno teža kažejo potrebo po vadbi za moč, nizke vrednosti celotnega dela kažejo pomanjkanje vzdržljivosti in potrebo po vadbi z več ponovitvami (vzdržljivost v moči), nizke vrednosti povprečne moči kažejo, da bi moral biti pri tehnikah dviganja poudarek na eksplozivnih vajah in aktivnostih (trening aktivacije mišic). Analiza izokinetičnih podatkov omogoča oblikovanje kondicijskih programov za optimiziranje mišične zmogljivosti.

### 3.2 Ocena rezultatov

Zaradi objektivnosti in ponovljivosti so izokinetična testiranja dragocen pripomoček pri dokumentiranju mišične zmogljivosti

in učinkovitosti programov za moč. Temeljne podatke iz začetnih ocen lahko primerjamo s podatki, zbranimi s testiranjem med vadbenimi obdobji, in s tem določimo učinke programov treninga in določimo ter dokumentiramo pridobitev moči. Kondicijske programe lahko spremenimo, če povečanje moči ni tako, kot smo pričakovali. Ocenimo lahko tudi koncentrične in ekscentrične načine treniranja kot tudi trajanje treninga. Oblika krivulje vrtilnega momenta lahko zagotovi vpogled v kotnospecifične šibkosti ali predele območja gibanja, na katera se moramo osredotočiti, da izboljšamo mišično zmogljivost skozi celoten obseg gibanja.

#### 3.2.1 Primeri referenčnih vrednosti v posameznih športnih disciplinah

		FLEKSORJI				EKSTENZORJI			
	60°/sek	PT_L	PT_D	PT/BW_L	PT/BW_D	PT_L	PT_D	PT/BW_L	PT/BW_D
<b>MLADINCI U18</b>	KON	138.31 ± 33.11	144.19 ± 31.83	1.61 ± .30	1.68 ± .26	211.06 ± 44.25	231.88 ± 33.28	2.48 ± .49	2.73 ± .38
	ECC	137.38 ± 29.32	138.69 ± 29.65	1.60 ± .24	1.63 ± .31	228.81 ± 40.65	234.94 ± 50.45	2.69 ± .43	2.75 ± .49
<b>KADETI U16</b>	KON	119.27 ± 23.52	122.00 ± 23.64	1.53 ± .18	1.57 ± .23	217.18 ± 36.70	208.09 ± 41.35	2.80 ± .31	2.69 ± .45
	ECC	125.36 ± 30.55	133.00 ± 26.93	1.60 ± .22	1.71 ± .20	225.18 ± 58.78	217.27 ± 61.58	2.88 ± .53	2.80 ± .63

**Preglednica 1:** Izokinetični koncentrični in ekscentrični maksimalni navor (PT) (Nm) in relativni navor (PT/BW) (Nm/kg) upogiba in iztegova kolena pri izokinetični hitrosti 60°/sek (košarka – reprezentance Slovenije) (Bračič, Hadžić in Erčulj 2008)

60°/sek	MLADINCI U18 (n = 16)		KADETI U16 (n = 12)	
	Leva	Desna	Leva	Desna
HQR	66.45 ±12.89	62.11 ±10.59	55.06 ± 5.90	59.28 ± 9.85
DFR	66.88 ±14.81	59.84 ±10.56	57.12 ± 5.68	65.05 ± 13.21
QEC	1.10 ± .16	1.00 ± .13	1.02 ± .13	1.04 ± .18
HEC	1.01 ± .16	0.97 ± .17	1.04 ± .14	1.09 ± .11

HQR = Hcon/Qcon

DFR = Hecc/Qcon

QEC= Qecc/Qcon

HEC = Hecc/Hcon

**Preglednica 2:** Razmerja jakosti mišic fleksorjev in ekstenzorjev kolenskega sklepa (%) pri hitrosti 60°/sek (košarka – reprezentance Slovenije) (Bračič, Hadžić in Erčulj 2008)

HITROST °/sek	N	Desna stran	Leva stran
<b>Nogomet</b>	10		
60		52.53 ± 8.41	47.16 ± 6.18
120		62.20 ± 29.22	53.54 ± 9.14
180		58.31 ± 13.12	57.96 ± 10.11
<b>Odbojka</b>	12		
60		50.84 ± 5.53	52.36 ± 9.73
120		53.46 ± 7.28	54.00 ± 10.32
180		56.93 ± 9.94	61.00 ± 12.10
<b>Košarka</b>	10		
60		55.03 ± 9.65	51.20 ± 4.73
120		66.26 ± 6.37	55.88 ± 4.37
180		63.85 ± 10.58	53.52 ± 7.37

**Preglednica 3:** Vrednosti razmerij HQR za levo in desno nogo (ženske) (Rosene, Fogarty in Mahaffey 2001)

HITROST °/sek	N	Desna stran	Leva stran
<b>Nogomet</b>	10		
60		50.82 ± 11.04	50.18 ± 13.29
120		55.87 ± 13.42	55.34 ± 15.39
180		60.77 ± 14.55	58.31 ± 13.13
<b>Odbojka</b>	12		
60		50.94 ± 12.29	47.09 ± 6.98
120		50.02 ± 7.99	51.30 ± 6.68
180		57.71 ± 12.93	57.56 ± 8.65

**Preglednica 4:** Vrednosti razmerij HQR za levo in desno nogo (moški) (Rosene, Fogarty in Mahaffey, 2001)



#### 4 Zaključek

Merjenje maksimalnega navora (PT) mišic kolenskega sklepa, gležnja, ramena, komolca ali zapestja je priporočljivo, saj dobro prikazuje stanje jakosti teh mišičnih skupin, še posebej če navor normaliziramo glede na telesno težo (PT/TT). Študije največjih navorov mišične jakosti in mišičnih razmerij so dober kazalnik, da lahko sistematične meritve pred začetkom rehabilitacije ali športne vadbe razkrijejo pomanjkljivosti v mišični moči, ki jih lahko z ustrezno spremembo vadbe ali terapije pravočasno odpravimo in pre-

prečimo morebitne posledice v smislu akutnih ali kroničnih poškodb. Rezultati meritev izokinetične mišične jakosti so lahko ortopedom (kirurgom), fizioterapevtom in trenerjem v veliko pomoč pri načrtovanju rehabilitacije in športne vadbe.

#### 5 Literatura

Aagard, P., Simonsen, E. B., Trolle, M., Bangsbo, J. in Klausen, K. (1995). Isokinetic hamstrings/quadriceps strength ratio: influence from joint angular velocity, gravity correction, and contraction mode. *Acta Physiologica Scand*, 154, 421–427.

Baltzopoulos, V. in Kellis, E. (1998). Isokinetic strength during childhood and adolescence. V: E Van Praagh, *Pediatric anaerobic performance*. Champaign, IL: Human Kinetics, 225–240.

Bračič, M., Hadžič, V. in Erčulj, F. (2008). Koncentrična in ekscentrična jakost upogibalk in iztegovalk kolena pri mladih košarkarjih = Concentric and eccentric strength of the knee flexors and extensors of young basketball players. *Šport*, 56(3/4), str. 84–89.

Buchanan, P. A. in Vardaxis, V. G. (2003). Sex-related and Age-related Differences in knee strength of basketball players ages 11–17 years.

## OZNAČEVANJE NEVARNIH KEMIČALI



**NOVO!!!**

**Nov sistem razvrščanja, pakiranja in označevanja nevarnih kemikalij GHS/CLP**

**Nudimo vam:**



**PLAKAT** s stavki o nevarnosti (H stavki) in previdnostnimi stavki (P stavki), velikost 50 x 70 cm



**PLAKAT** – Primerjava novega in starega označevanja nevarnih kemikalij, velikost 50 x 70 cm



**NALEPKE** – velikosti 10,5 x 14,5 cm ali po naročilu

**Kontaktna oseba in naročila:**

**Fanči Avbelj**, T 01 585 51 21, G 041 658 953, E [fanci.avbelj@zvd.si](mailto:fanci.avbelj@zvd.si), W [www.zvd.si](http://www.zvd.si)

## ZVD 50let

ZVD Zavod za varstvo pri delu d.d.

Chengdujska cesta 25  
1260 Ljubljana - Polje  
T: 01 585 51 00  
F: 01 585 51 01  
W: [www.zvd.si](http://www.zvd.si)  
E: [info@zvd.si](mailto:info@zvd.si)

Journal of Athletic Training, 38(3), 231–237.

Dervišević, E. (2003). Vpliv nizko-frekvenčne električne stimulacije in izokinetičnega treninga na maksimalno moč štiriglave stegnske mišice: doktorska disertacija. Ljubljana: [E. Dervišević].

Dowson, M. N., Nevill, M. E., Lakomy, H. K. A., Nevill, A. M. in Hazeldine, R. J. Journal of Sport Science, 16, 257–265.

Dvir, Z. (2004). Isokinetics. 2nd ed. Muscle Testing, Interpretation and Clinical Applications. London: Churchill Livingstone.

Dvir, Z., Eger, G., Halperin, N. in Shklar, A. (1989). Thigh muscle activity and

anterior cruciate ligament insufficiency. Clinical Biomechanics, 4, 87–91.

Gerodimos, V., Mandou, V., Zafeiridis, A., Ioakimidis, P., Stavropoulos, N. in Kellis, S. (2003). Isokinetic peak torque and hamstrings/quadriceps ratios in young basketball players. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 43, 444–452.

Osternig, L. R., Hamill, J., Sawhill, J. in Bates, B.T. (1983). Influence of torque and limb speed on power production in isokinetic exercise. American Journal of Physical Medicine, 62, 163–171.

Rizzardo, M., Bay, G. in Wessel, J. (1988). Eccentric and concentric torque and power of the knee extensors in female.

Canadian Journal of Sports Science, 13, 166–169.

Rosene, J. M., Fogarty, T. D. in Mahaffey, B. L. (2001). Isokinetic hamstrings:quadriceps ratios in intercollegiate athletes. Journal of athletic training, 36(4), 378–383.

Thacker, S. B., Stroup, D. F., Branche, C. M., Gilchrist, J., Goodman, R. A. in Kelling, P. E. (2003). Prevention of knee injuries in sport. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 43, 165–79.

Yamamoto, T. (1993). Relationship between hamstrings strains and leg muscle strength. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 33, 194–199.

## VARNOSTNI ZNAKI



Nudimo vam **VARNOSTNE ZNAKE** v obliki nalepk in tabel:

- skladne z veljavno zakonodajo
- izdelane na kvalitetnih materialih
- vsebine lahko izdelamo glede na potrebe naročnikov



## KATALOG VARNOSTNIH ZNAKOV

si lahko ogledate na: [www.zvd.si](http://www.zvd.si)



V prodaji tudi **SAMOSTOJEČE TABLE** Pozor! Spolzka tla

ter **POHODNE** in **MAGNETNE NALEPKE**



**Kontaktna oseba:**

**Fanči Avbelj**, T 01 585 51 21, G 041 658 953, F: 01 585 51 80, E [fanci.avbelj@zvd.si](mailto:fanci.avbelj@zvd.si)

# ZVD 50let

ZVD Zavod za varstvo pri delu d.d.

Chengdujska cesta 25  
1260 Ljubljana - Polje  
T: 01 585 51 00  
F: 01 585 51 01  
W: [www.zvd.si](http://www.zvd.si)  
E: [info@zvd.si](mailto:info@zvd.si)



# ZVD 50let

ZVD Zavod za varstvo pri delu d.d.

# ZVD 50let

ZVD Zavod za varstvo pri delu d.d.

# ZVD 50let

ZVD Zavod za varstvo pri delu d.d.



## MENEDŽERSKI PREGLEDI



Pri menedžerjih gre za vrsto izjemnih obremenitev (predvsem duševnih in tudi obremenitev srčno žilnega sistema, dihal, živčevja in čutil). Pomen le-teh se še poveča, če vemo, da njihovo delo običajno ne pozna osemurnega delavnika, da nimajo časa za redno prehranjevanje in za ustrezno telesno dejavnost. Zato pri menedžerjih pogosteje kot pri ostali populaciji srednjih let srečujemo bolezni srčno-žilnega sistema, prebavil in presnove, torej tiste, ki so povezane z vedenjskim vzorcem posameznika in stresom kot njihovo najpomembnejšo obremenitvijo.

# ZVD 50let

ZVD Zavod za varstvo pri delu d.d.

Chengdujska cesta 25  
1260 Ljubljana - Polje  
T: 01 585 51 00  
F: 01 585 51 01  
W: [www.zvd.si](http://www.zvd.si)  
E: [info@zvd.si](mailto:info@zvd.si)

**Naša najsodobnejša medicinska oprema omogoča natančno, neboleče in neškodljivo pregledovanje.**

**S pravočasnim odkrivanjem dejavnikov tveganja za razvoj srčno-žilnih obolenj in diagnosticiranjem najzgodnejših bolezenskih sprememb lahko ob rednih preventivnih zdravstvenih pregledih (na dve do tri leta) ne samo podaljšamo leta, pač pa tudi kvaliteto življenja.**

Preglede opravljajo vrhunski strokovnjaki, specialisti s področja kardiologije, angiologije, nevrologije, ultrazvočne diagnostike, medicine dela, prometa in športa, onkologije eminentnih zunanjih institucij in Centra za medicino dela ZVD.

**Rezultati preiskav so znani še istega dne**

**Preventivni zdravstveni pregled menedžerjev obsega pregled pri specialistu medicine dela, prometa in športa z anamnezo** (ciljana anamneza glede na dejavnike tveganja pri delu). Po opravljanem pregledu vam bomo izdali obširno poročilo o opravljenih preiskavah in ugotovitvah s predlogi ukrepov in predlaganimi dodatnimi preiskavami, zdravljenjem, prehranskimi in telesno-kulturnimi aktivnostmi za zdrav način življenja.

ZVD opravlja menedžerske preglede v skladu z 20. členom Zakona o varnosti in zdravju pri delu in pravilnika o preventivnih zdravstvenih pregledih. Obseg in vsebina zdravstvenega pregleda izhajajo iz ocene tveganja, zato za **menedžerja in delodajalca to ne predstavlja davčnih obremenitev oziroma bonitet.**

**Poleg tega vam naš Center za medicino dela** nudi tudi vse oblike preventivnih zdravstvenih pregledov delavcev (tudi preglede voznikov in letalcev vseh kategorij), analize in zdravstvene ocene delovnih mest z oceno tveganja,

**Kontaktna oseba: Matea Peterlin** T: 01 585 51 92, E: [matea.peterlin@zvd.si](mailto:matea.peterlin@zvd.si)