

**ZNANSTVENA PRILOGA
SCIENCE SUPPLEMENT**

UREDNIK/EDITOR:

**prim. prof. dr. Marjan Bilban,
dr. med.**

dr. Mitja Bračič,

predstojnik Centra za medicino
in šport

ZVD Zavod za varstvo pri delu d. d.
Chengdujska cesta 25
1260 Ljubljana Polje

Janez Vodičar,

predstojnik Inštituta za šport
Fakulteta za šport

Univerze v Ljubljani,
Gortanova 22
1000 Ljubljana

Vsebina - Contents

UPORABA SODOBNIH MERILNIH SISTEMOV V FUNKCIONALNI DIAGNOSTIKI

POVZETEK

Razvoj športne vadbe in rehabilitacije po poškodbah sta vse bolj povezana z novimi tehnološkimi, raziskovalnimi in organizacijskimi metodami v procesu vadbe. Postopki v procesu 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. V Sloveniji se najsodobnejša funkcionalna diagnostika izvaja v Centru za medicino in šport Zavoda za varstvo pri delu ter na Inštitutu za šport Fakultete za šport iz Ljubljane. Tehnološka oprema je vezana na laboratorije, ki zadovoljujejo mednarodne kriterije za izvajanje strokovnorazvojnega in znanstvenoraziskovalnega dela na področju funkcionalne diagnostike. Brez podatkov o gibalnih, telesnih, fizioloških, biokemičnih, psiholoških in socioloških značilnosti ni mogoče natančno načrtovati, programirati in modelirati sodobnega trenažnega procesa. Na osnovi pridobljenih podatkov je mogoče izbrati najoptimalnejše metode in sredstva treninga oziroma postopke rehabilitacije, načrtovati in spreminjati telesno pripravljenost posameznika ali homogene skupine.

Ključne besede: telesna sestava, izokinetika, telemetrična tehnologija, TMG

USING MODERN MEASUREMENT SYSTEMS FOR FUNCTIONAL DIAGNOSTICS

ABSTRACT

The development of sports training and rehabilitation are closely linked to new technological, research and organisational methods in the training process. Over the past few years, the training methods and rehabilitation are not based only on experience and intuition, but also on technologies in the training process which yield objective indicators of the athlete's or patient's preparedness. Effective training methods and rehabilitation are a product of a programmed and controlled training process. In Slovenia, modern functional diagnostics is implemented at the Centre for Medicine and Sport at the Institute of Occupational Safety and the Institute of Sport at the Faculty of Sport in Ljubljana. The technological equipment is available in laboratories which meet international standards for expert developmental and scientific research activities in functional diagnostics. Without information on motor, physical, physiological, biochemical, psychological and sociological characteristics it is impossible to accurately plan, programme and model the modern training process. The acquired data facilitate the process of selecting the optimal methods and means for training methods and rehabilitation as well as planning and modifying the sports preparation of an individual or a homogeneous group.

Key words: body composition, isokinetics, telemetric technologies, TMG

Uporaba sodobnih merilnih sistemov v funkcionalni diagnostiki

1 Uvod

Razvoj sodobnih diagnostičnih metod v svetu in pri nas je intenziven ter povezan z vse večjim številom specializiranih raziskovalnih institucij. Novi diagnostični postopki so praviloma produkt visokih tehnologij in ekspertnih znanj iz medicine, biokibernetike, biomehanike, kineziologije, fiziologije, biokemije, genetike in drugih ved. V Sloveniji se najsodobnejša funkcionalna diagnostika izvaja v Centru za medicino in šport na ZVD ter na Inštitutu za šport Fakultete za šport iz Ljubljane. Tehnološka oprema je vezana na laboratorije, ki zadovoljujejo mednarodne kriterije za izvajanje strokovnorazvojnega in znanstvenoraziskovalnega dela na področju športne diagnostike. V Centru za medicino in šport v sodelovanju z Inštitutom za šport razvijamo intenzivno sodelovanje tudi z nekaterimi drugimi fakultetami (Medicinska fakulteta Ljubljana, Fakulteta za strojništvo, Fakulteta za elektrotehniko, Univerzitetni rehabilitacijski inštitut Soča) in raziskovalnimi institucijami (Microgate – Italija, TMG, S2P). S tovrstnim razvojem se trudimo dvigovati kakovost dela na področju funkcionalne diagnostike v postopkih vadbe in rehabilitacije po poškodbah. Nove tehnologije za spremljanje vadbene procesa in nove diagnostične postopke smo že uvedli v strokovno delo s slovenskimi in tujimi nacionalnimi reprezentancami v moštvenih športih (košarka, roket, nogomet, odbojka ...) in individualnih športih (atletika, tenis, badminton, športna gimnastika, ritmična gimnastika, golf ...). V zadnjem obdobju sodelujemo tudi s poklicno Gasilsko brigado Ljubljana (GBL) (Bračič in sod. 2010).

Osnovni cilj športne vadbe je optimalen razvoj gibalnih sposobnosti in optimalna telesna priprava posameznika. Uspešno in učinkovito izvajanje športnih gibanj (tehnik) določajo sposobnosti, kot so: eksplozivna moč, agilnost, sklepna stabilizacija (togost mišic in tetiv, senzomotorika), koordinacija (medmišična in znotrajmišična), odzivna moč in hitra moč (pliometrija). Te sposobnosti pomembno vplivajo tudi na uspešnost izvajanja delovnih nalog gasilcev, policistov, varnostnikov, reševalcev idr. (Bračič in sod. 2010).

Namen funkcionalne diagnostike je izmeriti podatke o telesni sestavi in gibalnih sposobnostih, s katerimi lažje in bolj natančno izdelamo programe individualnega in dopolnilnega treninga ter treninga v homogenih skupinah glede na športno disciplino ali poklic. Vadbeni programi in procesi morajo biti utemeljeni z rezultati funkcionalnih in biomehanskih testiranj, ki nam omogočajo sestaviti tudi preventivne programe vadbe, bolj kakovostno pripravo na tekmovalno sezono pri športnikih in napredek vsakega delavca ali športnika v postopkih rehabilitacije. V tem procesu je pomembno tudi sodelovanje zdravnikov, fizioterapevtov in trenerjev s športniki ali delavci (slika 1). Naloga strokovnjakov na področju funkcionalne diagnostike je, da športnikom in delavcem razložijo postopke meritev in njihovo uporabnost v procesu vadbe.



Slika 1: Sodelovanje med trenerjem in športnikom v postopkih funkcionalne diagnostike

2 Postopki funkcionalne diagnostike in izbor testov

2.1 Telesna sestava

Izmeriti moramo izbrane antropometrijske karakteristike, da lahko določimo telesno kompozicijo ljudi (telesna višina, telesna masa, ITM – indeks telesne mase, odstotek maščobne mase, odstotek kostne mase, odstotek mišične mase), kar nam omogoča bolj natančno načrtovanje vadbene programov in jedilnikov z vidika pridobivanja mišične mase ali zmanjšanja maščobne mase. Merjenje obsegov te-



Slika 2: Tekalna steza za fiziološko testiranje (Inštitut za šport Fakultete za šport)

lesnih segmentov (golen, stegno, trebuh, prsi, nadlahet, podlahet) je potrebno za določitev telesne strukture, ki je specifična za določene športne discipline in poklice. Vedeti moramo, da je lahko povečanje obsegov telesnih segmentov posledica povečanja mišične mase ali v najslabšem primeru povečanja maščobne mase. Da ugotovimo, kaj je vzrok povečanja obsegov, moramo izmeriti tudi kožne gube. Če ugotovimo, da so se povečale vrednosti kožnih gub in s tem tudi obsegi telesnih segmentov, lahko zaključimo, da se je povečala maščobna masa, zato je treba v programu vadbe povečati obseg aerobnega vzdržljivostnega treninga in uvesti primerno prehranjevalno dieto, ki jo predpiše zdravnik. Merjenje telesnih obsegov in kožnih gub moramo opraviti pred začetkom pripravljalnega obdobja športnikov, v katerem načrtujemo povečan obseg treninga za moč (mišična hipertrofija), in po končanem pripravljalnem obdobju. Na ta način lahko ugotovimo, ali je načrtovani trening prispeval k povečanju mišične mase. Za izračun kostne mase moramo izmeriti še premere sklepov (gleženj, koleno, komolec, zape-

stje), širine telesnih segmentov (ramena, kolki) in dolžine udov (roke, noge).

2.2 Merjenje vzdržljivosti

Vzdržljivost lahko definiramo kot kompleksno gibalno sposobnost, ki omogoča vzdrževanje določene športne ali delovne obremenitve dlje časa in čim hitrejšo regeneracijo po obremenitvi. Telesna pripravljenost je odsev fizioloških prilagoditvenih procesov na stresne situacije, med katere sodi telesni napor. Za telesno aktivnost je najpomembnejši fiziološki dejavnik ustrezno delovanje srčno-žilnega sistema, katerega osnovna naloga je preskrbovanje aktivnih mišic s kisikom. Najboljši test za ugotavljanje kompleksnega odgovora organizma na telesni napor je test maksimalne porabe kisika (VO_{2max}).



Slika 3: Veslaški ergometer (Inštitut za šport Fakultete za šport)

Maksimalna poraba kisika je največja količina kisika, ki jo lahko organizem porabi v eni minuti. Odvisna je od spola, starosti in stopnje treniranosti. Z maksimalno porabo kisika se izraža aerobna moč ali aerobna sposobnost. Glede na športne discipline in poklice so tudi zahteve z vidika vzdržljivosti različne. Pri športnih disciplinah ločimo športe, ki zahtevajo visok nivo dolgotrajne vzdržljivosti (maratonski tek, kolesarjenje, tek na smučeh ...) in športe, kjer se zahteva visok nivo kratkotrajne vzdržljivosti oz. aerobno-anaerobne vzdržljivosti (tek na 400 in 800 metrov, rokomet, nogomet, košarka, tenis ...). Pri poklicih je delitev podobna: 1) dolgotrajna vzdržli-



Slika 4: Odvzem vzorca krvi za analizo krvnega laktata

vost visoke intenzivnosti je pomembna pri poklicih, kot so gasilci, rudarji, delavci na gradbiščih in delavci v industriji, 2) dolgotrajna vzdržljivost nizke intenzivnosti pa je pomembna pri voznikih tovornjakov, poštarjih na kolesih, delavcih na terenu različnih poklicev in obrtniških poklicih (mizarji, frizerji, prodajalci ...).

Minutni volumen ventilacije (MVV) je velikost pljučne ventilacije, izražena v litrih predihanega zraka v minuti, in je produkt med količino zraka, ki se premika v pljuča pri enem vdihu (respiracijski volumen), in frekvenco dihanja (FD). Pri manjših naporih se MVV poveča zaradi povečanja respiracijskega volumna, pri večjih naporih pa se pojavi še povečanje frekvence dihanja.

Športnike in delavce testiramo v fizioloških laboratorijih, ki so opremljeni s cikloergometri (kolo), tekalnimi stezami (slika 2), veslaškimi ergometri (slika 3), EKG-jem, merilci krvnega laktata (slika 4) in merilci izdihanega zraka (slika 5).

2.3 Telemetrično merjenje srčnega utripa – Polar Team System 2

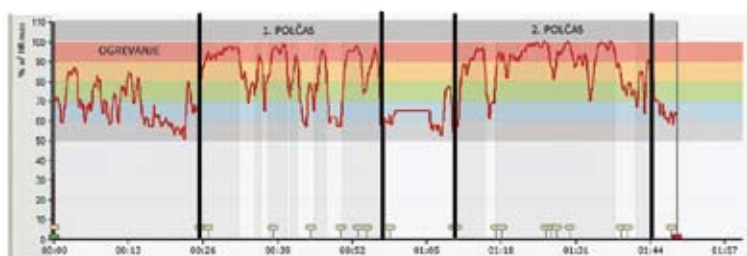
Uporaba telemetrične tehnologije v primerjavi s klasičnim načinom merjenja srčnega utripa omogoča precejšnje prednosti. Te še posebej pridejo do izraza pri funkcionalni diagnostiki na terenu. T. i. telemetrija odpravlja večino slabosti in pomanjklivosti, zaradi katerih je merjenje utripa na klasičen način pri nekaterih športih manj uporabno. Osnovna ideja telemetrične metode merjenja srčnega utripa je merjenje na daljavo. Sistem z velikim domotom omogoča uporabnost celo v nogometu ali pri

specifičnih terenskih testih, ki jih opravljajo gasilci in specialna policija, kjer so razsežnosti igrišča (terena) in s tem razdalje med merjenimi športniki in sprejemnikom tudi do 100 metrov. Merjencem tako sprejemnika ni treba imeti pri sebi, torej ga nositi na zapestju ali kje drugje na telesu. Opremljeni so le z oddajnikom, ki ga s pomočjo elastičnega pasu, tako kot pri klasičnem merjenju, pritrdimo na prsi. Dovolj močan sprejemnik daje zdravniku ali trenerju takojšna povratna informacija o srčnem utripu merjenca in omogoča spremljanje intenzivnosti vadbe ali testiranja v realnem času.



Slika 5: Merilec izdihanega zraka (Cosmed K4B2, Italija)

S telemetričnim merjenjem srčnega utripa smo se začeli ukvarjati že pred leti s pomočjo sistema Activio (Erčulj 2007). V zadnjem času pa za potrebe treninga in terenskih testiranj vse več uporabljamo sistem, ki ga je razvilo finsko podjetje Polar (slika 8). Sistem je bil razvit za potrebe nogometa, vendar



Slika 6: Primer gibanja srčnega utripa rokometšaice na evropskem prvenstvu (EP 2010) v času tekme. Prikazane so relativne vrednosti frekvence srčnega utripa (odstotek od največjega srčnega utripa) (M. Bračić 2010; Polar Team Sistem 2).

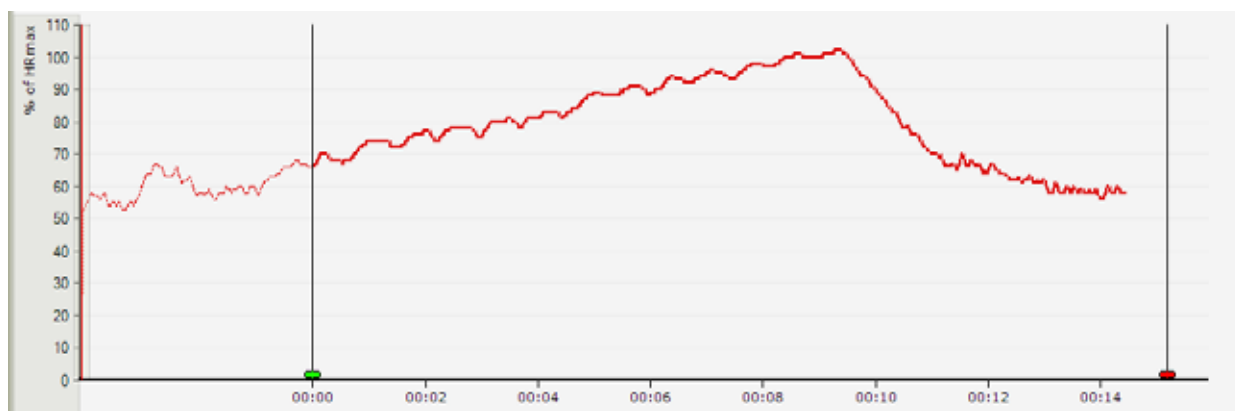
smo ga v Centru za medicino in šport ter na Inštitutu za šport najprej začeli uporabljati v rokometu (RK Krim, RK Podravka, RK Budućnost, slovenska, hrvaška in norveška rokometna reprezentanca), nato pa tudi za terensko testiranje poklicnih gasilcev in specialne policije. Sistem je zasnovan na principu telemetrije. Močan oddajnik, ki je nameščen v oddajnem pasu (podobno kot pri klasičnem načinu merjenja srčnega utripa), s pomočjo tehnologije bluetooth prenaša podatke o srčnem utripu športnika do sprejemnika oziroma antene, ki je nameščena na primernem mestu ob igrišču. Neposredna povezava med anteno in računalnikom omogoča, da podatke o srčnem utripu sproti spremljamo na računalniškem monitorju, in to za vse merjene igralce hkrati. Če želimo, lahko prikaz srčnega utripa s pomočjo dataskopa celo projiciramo na platno ali steno dvorane in s tem omogočimo spremljanje podatkov tudi športnikom. Priložen računalniški program omogoča različne grafične načine prikazovanja podatkov. Spremljamo lahko absolutne in relativne vrednosti srčnega utripa ter podatke o coni srčnega utripa, v kateri je merjenec. Možen je pogled s številčnimi vrednostmi v tabelarični obliki, obliki diagrama ali krivulje in posebnih merilnikov s kazalci. Relativne vrednosti srčnega utripa so določene z odstotkom maksimalnega utripa, cone utripa, v katerih je merjenec, pa glede na predhodno nastavljene vrednosti oziroma odstotke maksimalnega utripa. Določimo lahko pet con srčnega utripa. Privzete vrednosti so: 0–60 %, 60–70 %, 70–80 %, 80–90 % in 90–100 % maksimalnega utripa. Podatke o maksimalnem srčnem utripu in coni srčnega utripa moramo pred začetkom merjenja vnesti v računalnik. Ko smo vnesli merjence in njihove podatke, jih lahko razporedimo tudi v skupine (npr. po igralnih mestih – branilec, krilo, center –, selekcijah, starosti, poklicih). Pred začetkom merjenja le izberemo in označimo merjence, ki smo jim namestili oddajne pasove oziroma pri katerih želimo spremljati njihov srčni utrip, in lahko začnemo z merjenjem.

2.3.1 Opis terenskega intervalnega testa vzdržljivosti »30–15«

Na podlagi vedenja, da moštvene igre in nekateri poklici predstavljajo intervalno obremenitev, smo začeli razmišljati o uporabi testa specialne vzdržljivosti, ki bi se čim bolj približal obremenitvam in načinu gibanja na tekmi, treningu ali pri delovnih nalogah. Tako smo se v literaturi srečali s testom »30–15IFT« (Buchheit 2005a, 2005b, v: Šibila in sod. 2009), pri katerem gre za ponavljanje sekvenc: 30 sekund teka in 15 sekund počitka, ki je lahko hoja ali stanje na mestu. Ta test se je izvajal na rokometnem igrišču na razdalji 40 metrov, mi pa smo test skrajšali na razdaljo 20 metrov. Test je intervalnega tipa, hitrost teka (obremenitev) z vsako naslednjo stopnjo narašča, merjenci pa ga izvajajo do izčrpanosti oziroma dokler lahko sledijo stopnjujoči obremenitvi. Hitrost (tempo) teka narekuje zvočni signal (»bip«), ki daje merjencem orientacijo in se oglašja na začetku vsakih 30 sekund obremenitve, na vsaki črti (označimo jih na začetku in koncu 20 ali 40 metrov prostora – tako merjenci vedo, ali prehitvevajo ali zaostajajo za zahtevano hitrostjo, in lahko ustrezno pospešijo ali upočasnijo svoj tek) in na koncu vsake 30-sekundne obremenitve. Glede na to so zvočni signali različni. Začetna hitrost, s katero merjenci začnejo teči, je 8 kilometrov na uro, vsako naslednjo sekvenco pa naraste za 0,5 kilometra na uro (Šibila in sod. 2009). Merjenci tečejo tako dolgo, dokler vzdržijo hitrost, ki jim je diktirana z zvočnimi signali. Test je končan,



Slika 8: Polar Team System 2



Slika 7: Primer srčnega utripa gasilca pri terenskem testiranju (Bračič in sod. 2010)

ko trikrat zaporedoma ne morejo doseči predvidene črte na igrišču (oziroma 3 metre tolerančnega območja pred črto). Kot končni rezultat štejemo zadnjo hitrost, ki so jo uspešno opravili pri testu. To hitrost imenujemo maksimalna aerobna hitrost (MAH). Črti na igrišču, ki sta oddaljeni 20 metrov, sta za lažjo orientacijo poimenovani s črkama A (prečna črta, kjer je prvi start) in B (druga prečna črta). Načeloma morajo biti igralci opremljeni z merilci srčnega utripa, ki beležijo spreminjanje srčnega utripa z naraščanjem obremenitve (Polar Team System 2, slika 8). Če obstaja možnost, pa je smiselno med odmori odvzeti tudi vzorce krvi, s pomočjo katerih se opravi analiza vsebnosti laktata v krvi (slika 4). V optimalnih razmerah (največkrat za namene znanstvenega raziskovanja) pa so lahko merjenci opremljeni tudi s posebnim aparatom, ki analizira vsebnost različnih plinov v izdihanem zraku (K4B2 Cosmed, Italija, slika 5). Test lahko naenkrat izvaja več merjencev, vendar je v praksi optimalno, če je naenkrat na testu od 4 do 6 merjencev.



Slika 9: Izpis rezultatov testa 30–15 (Polar Team System 2) (moška košarkarska reprezentanca Slovenije)
Avtor: M. Bračič, Rogla 2010

2.4 Merjenje funkcionalnih sposobnosti mišic nog – odzivna moč

Moč je ena najpomembnejših biomotoričnih sposobnosti v predikciji rezultatov v različnih športnih panogah. V realnih motoričnih okoliščinah se najpogosteje pojavlja ekscentrično-koncentrični tip mišične kontrakcije, ki se kaže v obliki odzivne moči. To je poseben primer eksplozivne moči v ekscentrično-koncentričnih razmerah in je najpogostejša v cikličnih, acikličnih in kombiniranih gibalnih strukturah. Vertikalni in globinski skoki so pomembna vadbena sredstva v vadbi moči. Z njimi izboljšujemo funkcijo ekscentričnega in koncentričnega mišičnega delovanja spodnjih okončin. Hkrati so ti skoki nepogrešljiv merski instrumentarij za diagnostiko odzivne moči. Glede na strukturo gibanja so vertikalni in globinski skoki zelo podobni realnim motoričnim situacijam v športni praksi. Za diagnosticiranje eksplozivne moči spodnjih okončin uporabljamo različne baterije testov, ki so lahko laboratorijski ali situacijsko terenski tip. Odzivno moč v koncentričnih razmerah živčno-mišičnega delovanja merimo z vertikalnim skokom iz počepa. Odzivno moč, pri kateri se aktivne mišice najprej raztegnejo (ekscentrična kontrakcija), nato pa skrčijo (koncentrična kontrakcija), merimo z vertikalnim skokom z nasprotnim gibanjem in globinskimi skoki.

2.4.1 Terenska diagnostika odzivne moči

Terensko diagnostiko vertikalnih skokov smo v preteklosti izvajali s sistemom Optojump (Microgate, Italija; slika 10). Sistem je omogočal samo merjenje višine skoka, ki je bila preračunana iz časa leta po balistični enačbi. Pri merjenju globinskih skokov je sistem omogočal še merjenje kontaktnega časa



Slika 10: Merjenje vertikalnega skoka s sistemom Optojump pri košarkaricah (košarkarski tabor evropske federacije Fiba Europe, Postojna 2010)

skoka. Lani je podjetje Microgate iz Bolzana razvilo novo generacijo merilnega sistema Optojump Next (slika 11), ki je bolj natančen, saj ima optične celice v merilni palci razporejene na en centimeter (prejšnji sistem tri centimetre). Ob tem sistem omogoča tudi zajem videa z dvema kamerama (spletne kamere 60 Hz), ki je sinhroniziran z rezultati merjenja vertikalnega skoka. Računalniški program omogoča ustvarjanje različnih baz merjencev (po športih ali poklicih) in urejanje izmerjenih podatkov po ustvarjenih bazah. V analizi podatkov je mogoče primerjati rezultate meritev z rezultati predhodnih merjenj. Novost je tudi, da je možno obdelane podatke takoj izvoziti v format PDF ali Excell, kar pomeni, da športnik in trener takoj po testiranju dobita potrebne informacije za načrtovanje treninga.

Leta 2011 smo v Centru za medicino in šport na ZVD-ju dobili terensko pritiskovno ploščo, ki omogoča analizo funkcionalnih sposobnosti mišic leve in desne noge posebej (S2P, Slovenija; slika 12). Z metodo dinamike lahko diagnosticiramo sile, ki se pojavljajo v različnih gibalnih strukturah merjenca. Pri tej metodi merimo sile v vertikalni (Y), horizontalni (X) in lateralni (Z) smeri. S to tehnologijo je mogoče meriti sile odriva pri vertikalnem skoku, pri skoku v daljino



Slika 11: Merjenje odrivne moči s sistemom Optojump Next (slovenska rokometna reprezentanca, avtor: M. Bračič 2010)

in višino (odriv), sistem omogoča tudi diagnostiko statičnega in dinamičnega ravnotežja. Do zdaj se je ta metoda zaradi omejenega prenosa opreme izvajala le v laboratorijskih razmerah, s pridobitvijo nove opreme pa meritve večinoma izvajamo v situacijskih razmerah na terenu. Računalniški program omogoča ustvarjanje različnih baz merjencev (po športih, poklicih) in urejanje izmerjenih podatkov po ustvarjenih bazah. V analizi podatkov je mogoče primerjati rezultate meritev z rezultati predhodnih merjenj. Novost je tudi, da je možno obdelane podatke takoj izvoziti v format Excell, kar pomeni, da zdravnik in trener takoj po testiranju dobita potrebne informacije za načrtovanje vadbe.

Drugi namen bilateralne plošče je ugotavljanje dominantnosti leve in desne noge ter identifikacija deficitov v produkciji sile, ki je pomemben podatek pri postopkih rehabilitacije športnika ali delavca. Velika razlika v produkciji sile leve in desne noge se pojavi pri poškodbah in po operacijah kolka, kolena (sprednja križna vez) ter gležnja. Poškodovani športnik ali delavec se lahko vrne na športni teren ali v službo, ko je razlika med okončinama manjša od 10 odstotkov. Pri delavcih to velja predvsem za tiste poklice, ki zahtevajo fizično naporno delo v smislu teka, skakanja, hoje po težkih terenih, reševanja oseb ali drugega težkega fizičnega dela. Na sliki 13 lahko vidimo primer nesorazmerja v produkciji sile leve in desne noge pri izvedbi skoka na bilateralni pritiskovni plošči. V tem primeru gre za pacienta po operaciji sprednje križne vezi (operacija je bila pred enajstimi meseci). Merjenec je bil napoten na nadaljnjo rehabilitacijo, ki je bila usmerjena v trening moči za odpravljanje funkcionalnega mišičnega deficita leve noge.

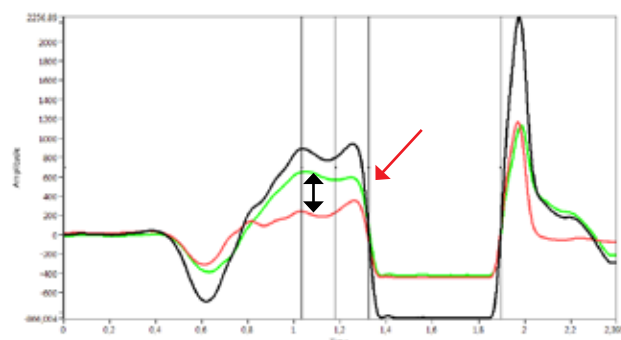


Slika 12: Bilateralna pritiskovna plošča (CMŠ)

2.5 Izokinetično testiranje

Podatki, ki jih dobimo z izokinetičnimi meritvami, so objektivni, natančni, točni in ponovljivi ter jih lahko uporabljamo kot osnovne napotke za vadbo moči ali kot primerljive podatke za oceno učinkovitosti različnih režimov vadbe (v tem primeru sta potrebni dve meritvi pred in po koncu trenažnega procesa). Kakšne podatke dobimo z izokinetičnim testiranjem? Osnovni parameter testiranja je maksimalni navor mišice oziroma mišične skupine, izražen v njutonmetrih (Nm). Dobljeni navor je merilo mišične jakosti. Ker je koncentrična mišična jakost močno povezana 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 (navor/TT) in izraža v Nm na kilogram telesne teže. Ker se meritve opravljajo v pogojih odprte kinetične verige (enosklepno; trup, rame, komolec, zapestje, koleno, gleženj), 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 ali dela (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. Te podatke dobimo tako, da vrednosti mišične jakosti antagonistov in agonistov izrazimo kot razmerje.

Redno izokinetično testiranje omogoča: 1) zbiranje podatkov za referenčne vrednosti jakosti mišic za



Slika 13: Puščica prikazuje razliko med produkcijo silo leve (rdeča črta) in desne (zeleno črta) noge pri skoku (avtor: M. Bračič 2011).

različne tipe merjencev (šport, poklici), 2) klasificiranje mišičnega dela kot normalnega ali abnormalnega v primerjavi z delom kontralateralnih mišic z normativnimi podatki ali mišičnim delom v kontrolni skupini, 3) zbiranje krivulj vrtilnega momenta, ki bi lahko kazale na prisotnost patoloških procesov ali značilnosti, specifičnih za določen tip merjenca, 4) ugotavljanje relativne učinkovitosti različnih režimov terapij in treningov in 5) ovrednotenje učinkov različnih načinov treninga ali testiranja (na primer: ekscentrični, koncentrični, izometrični), različnih hitrosti treninga ali testiranja in trajanja treninga (Bračič in sod. 2008, 2009).

Številne študije so pokazale, da so velike bilateralne razlike pomemben dejavnik tveganja za poškodbo. Poleg absolutnih vrednosti mišičnega navora (ta je merilo moči mišice) se običajno izračunajo še medmišična razmerja, ki nam dajo podatke o mišičnem ravnovesju in sklepnih stabilizaciji, kar je pomembno pri preventivi pred poškodbami kolenskega sklepa. Velike razlike v maksimalnem navoru kvadricepsa in zadnje lože stegna (hamstrings) pripeljejo do medmišičnega nesorazmerja v moči mišic, kar lahko privede do poškodbe kolenskega sklepa. Dokaj običajna najdba je koncentrična šibkost zadnje lože stegna (upogibalk kolena) ob zelo dobrih vrednostih mišičnega navora kvadricepsa. Take najdbe so pogoste zlasti pri tistih športih, kjer je kvadriceps kot t. i. »prime mover« pri osnovnih športnih prvinah, kot so vertikalni skoki in zaustavljanja. Seveda je povsem logično, da večina trenerjev in terapevtov poskuša poudariti moč tistih mišičnih skupin, ki prispevajo k boljši funkcionalni moči mišic nog ali rok. Izokinetične meritve, ki jih opravljamo: mišična kontrakcija (koncentrično/koncentrična), kotne hitrosti od 30°/s do 240°/s; izokinetične meritve (trup



Slika 14: Izokinetično merjenje največje jakosti mišic gležnja (plantarna/dorzalna fleksija) (Biodex Medical System 3) (CMŠ)

fleksija/ekstenzija ($60^\circ/s$, $90^\circ/s$), kolk fleksija/ekstenzija ($60^\circ/s$), koleno fleksija/ekstenzija ($60^\circ/s$, $180^\circ/s$, $240^\circ/s$) (slika 14), gleženj fleksija/ekstenzija ($60^\circ/s$) (slika 15).

2.6 Merjenje kontraktilnih lastnosti mišic

Metoda tenziomiografije (TMG) je močno diagnostično orodje za ugotavljanje kontraktilnih lastnosti mišic in njihovo spreminjanje skozi čas (slika 16). Rezultati TMG-meritev opisujejo tudi funkcionalno stanje mišic. Zato ima TMG veliko prednost na področju diagnostike pred operacijo in po operacijski rehabilitaciji ter na področju določitve škode, ki nastane na posamezni mišici pri poškodbi. Zaradi svoje neinvazivnosti se lahko metoda uporablja takoj po operaciji. Druge mehanske metode, kot so izokinetika, trenažerji in bilateralna pritiskovna plošča, se lahko uporabljajo v procesu rehabilitacije pozneje, saj mora bolnik razviti nekaj mišične sile na vseh omenjenih aparataturah, kar pa lahko povzroči nadaljnje poškodbe že poškodovanih ali operiranih mehkih tkiv.



Slika 15: Izokinetično merjenje največje jakosti mišic kolenskega sklepa (CMŠ)

Na sliki 18 lahko vidimo primer mišičnih skrčkov mišic vastus medialis na levi in desni nogi pri pacientu, ki je imel operirano sprednjo križno vez. Parametri mišičnega skrčka so pokazali razmerje med mišicama 64 %, kar je veliko odstopanje od priporočene normativne vrednosti 90 %. Takemu pacientu se priporoča nadaljnja terapija s ciljem povečati mišično moč oziroma mišično aktivacijo.

3 Zaključek

V Centru za medicino in šport na ZVD z izmerjenimi rezultati funkcionalne diagnostike lažje in bolj natančno postavimo temelje načrtovanja vadbe ali terapije. Načrtovanje vadbe vsebuje individualni program za športnika, pacienta ali delavca (kondicijski trening – preventiva, rehabilitacija poškodb oz. izboljšanje deficitov v telesni pripravljenosti), programe za homogene skupine (različne športne discipline, spol, različni poklici, igralna mesta (npr. rokomet: vratar, zunanji igralci, krila, krožni igralci) ter letni program vadbe za celotno športno ekipo



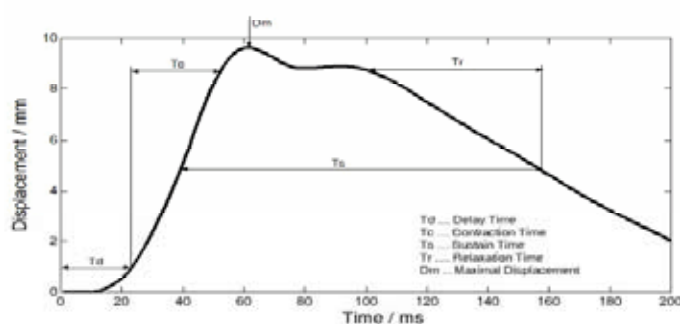
Slika 16: Aparatura TMG za merjenje kontraktilnih lastnosti mišic (CMŠ)

ali delovno skupino (npr. poklicni gasilci, specialna policija, varnostniki, reševalci ...).

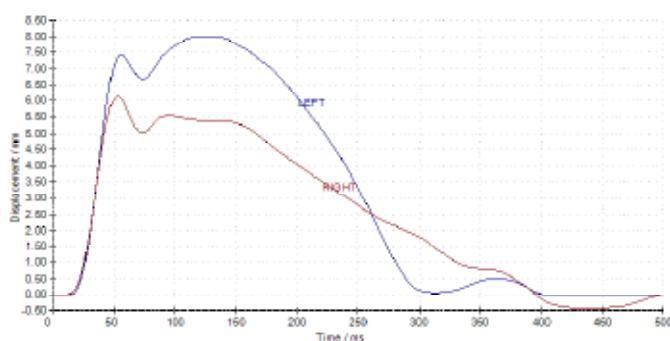
Doseganje vrhunskih rezultatov v športu je vse bolj povezano z novimi tehnološkimi, raziskovalnimi in organizacijskimi metodami v procesu treninga. Vrhunskih rezultatov ni več mogoče pričakovati na osnovi izkušenj, intuicije in drugih naključnih dejavnikov. Na današnji stopnji razvoja športa so rezultati vse bolj produkt programiranega in kontroliranega procesa treninga. Funkcionalna diagnostika, ki temelji na novih tehnologijah in tehnološko-metodoloških rešitvah, ima pri tem izjemno pomembno funkcijo. Na osnovi pridobljenih podatkov o gibalnih, telesnih, fizioloških, biokemičnih, psiholoških in socioloških značilnostih je mogoče boljše načrtovanje, programiranje in modeliranje sodobnega trenajžnega procesa.

Oprema za funkcionalno diagnostiko je draga, ob tem pa proces diagnostike zahteva usposobljen strokovnoznanstveni kader, ki izvaja meritve. V Centru za medicino in šport na ZVD ponujamo sodelovanje športnim zvezam, športnim klubom in delovnim organizacijam, ker lahko zagotovimo pomembne informacije o telesni in tehnični pripravljenosti njihovih športnikov ali delavcev in tako pomagamo pri doseganju čim boljših športnih ali delovnih rezultatov. Verjamemo, da se dozdajšnje sodelovanje ekspertov na področju funkcionalne diagnostike in trenerjev že kaže v rezultatih naših najboljših športnikov in da bo v bodoče sodelovanje s športno prakso potekalo še na višji ravni.

Na področju medicine dela pa želimo z rezultati testiranj preverjati telesno in gibalno pripravljenost zaposlenih v delovni organizaciji, spremembe v telesni in gibalni pripravljenosti glede na posameznika in celotno enoto v določenem časovnem



Slika 17: Definicija parametrov mišičnega skrčka (TMG, Slovenija)



Slika 18: Primerjava skrčkov mišice vastus medialis na levi in desni nogi (avtor: M. Bračič 2011)

obdobju ter sposobnost posameznikov za premagovanje naporov, s katerimi se soočajo v času opravljanja nalog na svojem delovnem mestu. Testiranja v delovnih enotah so načrtovana enkrat ali večkrat letno. Vsak delavec, ki gre skozi sistem testiranja, dobi osebni testni karton. Z njega so razvidni vsi podatki, pridobljeni s testiranjem, in njegov napredek v vadbi skozi časovno obdobje. Na podlagi izmerjenih rezultatov delavcem, ki ne izkazujejo zadovoljivega nivoja sposobnosti na posameznih področjih, svetujemo model vadbe, ki naj bi ga pripeljal do izboljšave zahtevanih sposobnosti. Pri pripravi modelov vadbe sodelujejo zdravniki specialisti (nutricisti, kardiologi, hematologi, kirurgi, fiziologi), fizioterapevti in trenerji (kineziologi). Programe vadbe sestavljamo za splošno in specialno vadbo – predvsem z vidika telesne priprave, rehabilitacije in preventive pred poškodbami, s katerimi se delavci soočajo pri vsakdanjem delu in rekreativni športni vadbi.

Delavci so pri vadbi strokovno usmerjeni in na različne načine motivirani za gibalno aktivnost tako znotraj službe kot tudi izven delovnega časa, kjer so aktivnosti namenjene prosti izbiri.

4 Literatura

Bračič, M., Hadžič, V. in Erčulj, F. (2009). Koncentrična in ekscentrična jakost upogibalk in iztegovalk kolena pri mladih košarkaricah = Concentric and eccentric strength of the knee flexors and extensors of young female basketball players. *Šport*, 57 (1/2), 83–87.

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), 84–89.

Bračič, M., Vodičar, J., Ložnar - Kranjc, J. in Kučič, T. (2010). Model preverjanja gibalnih sposobnosti poklicnih gasilcev v RS = Model for checking motor abilities of professional firefighters in Slovenia. Delo in varnost: revija za varstvo pri delu in varstvo pred

požarom : = journal of occupational safety and fire safety, 55 (6), 42–52.

Buchheit, M. (2005a). Le 30–15 Intermittent Fitness Test: Illustration de la programmation du travail de la puissance maximale aerobie a partir d'un test de terrain approprié. – 1ere partie. *Approches du Handball*, 88, 36–46.

Buchheit, M. (2005b). Le 30–15 Intermittent Fitness Test: Illustration de la programmation du travail de la puissance maximale aerobie a partir d'un test de terrain approprié – 2eme partie. *Approches du Handball*, 89, 41–47.

Erčulj, F. (2007). Uporaba sistema Activio za telemetrično merjenje srčnega utripa v košarki. *Šport*, 55 (4), 18–21.

Šibila, M., Mohorič, U. in Pori, P. (2009). Teoretična izhodišča in uporabnost terenskih testov za merjenje specifične aerobne vzdržljivosti rokometišev = Theoretical bases and usability of field tests for measuring specific aerobic endurance of handball players. *Šport*, 57 (1/2), 109–116.

USPOSABLJANJE OPERATERJEV SOLARIJEV

ZVD d.d. je s strani Ministrstva za zdravje - Uprave RS za varstvo pred sevanji pooblaščen za izvajanje usposabljanja osebja v solarijih;
št. pooblastila: 1234-1/2010-3

Program seminarja:

Skladno z 18. členom Pravilnika o minimalnih sanitarno zdravstvenih pogojih za opravljanje dejavnosti higienske nege in drugih podobnih dejavnosti (Uradni list RS, št.: 104/2009) so na usposabljanju podrobno razložene vsebine o:

- delovanju solarijev,
- UV sevanju,
- bioloških učinkih,
- zdravstvenih tveganjih,
- tipih kože,
- dozah izpostavljenosti.



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
E: info@zvd.si

Z NAMI JE VARNEJE

Kontaktne osebe:

Tom Zickero T: 01 585 51 63 M: 041 674 007
Andraž Tancek T: 01 585 51 96 M: 051 671 809

E: tom.zickero@zvd.si
E: andraz.tancek@zvd.si