



Bojan Jošt,
Janez Pustovrh, Janez Vodičar

Razvoj odrivne moči rok smučarjev tekačev s pomočjo vadbene naprave

Izvleček

V verigi specialnih motoričnih sposobnosti ima pomembno mesto moč, ki smučarju tekaču v največji meri pomaga pri odzivanju. Pri izvedbi tehnike teka na smučeh je najbolj prisotna dinamična moč z vzdržljivostno komponento mišičnega naprežanja. Zaradi tega se moč lahko uspešno realizira le ob visoki ravni specialne vzdržljivosti in obratno. Za razvoj specialne moči tekači največ uporabljajo situacijsko vadbo. Vse bolj pa se poslužujejo tudi posebnih vadbenih naprav za razvoj moči. Razvoj teh naprav je vse bolj rezultat sodobne tehnologije v športu. Z njo se želi proces treniranja narediti bolj učinkovit. Hkrati pa se ta proces vse bolj nadzira z objektivnimi merskimi instrumenti. V tem prispevku se prikazuje možnosti uporabe vadbene naprave za razvoj odrivne moči rok smučarjev tekačev.

Ključne besede: tek na smučeh, razvoj moči rok, vadbena naprava.



Development of push-off power of cross-country skiers' arms using a training device

Abstract

An important role in the group of special motor abilities is played by the power that enables a cross-country skier to push off. The prevailing power in the execution of the cross-country skiing technique is the dynamic power with the endurance component of muscle activation. Owing to the above, power can be successfully realised only with a high level of special endurance, and vice versa. Cross-country skiers mostly use situational training to develop their special power. Moreover, they increasingly use special training devices for development of power. The development of these types of devices is the result of the state-of-the-art sport technology the aim of which is to make the training process more efficient. At the same time, this process is controlled ever more with objective measurement instruments. This article presents the possibilities of using the training device for development of push-off power of arms of cross-country skiers.

Key words: cross-country skiing, development of power of arms, training device

■ Uvod

Smučarski tek predstavlja vzdržljivo-stno športno zvrst, pri kateri vadeči porabi veliko energije in razvija različne gibalne sposobnosti. Uspešnost tehnike gibanja (**UTG**) se na manifestni ravni obravnava s pomočjo generalnega modela motoričnega obnašanja, pri katerem je gibalna uspešnost tehnike teka na smučeh določena kot seštevek dejavnikov oziroma faktorjev, ki jih predstavljajo posamezne manifestne gibalne sposobnosti: koordinacija (**K**), hitrost (**H**), ravnotežje (**R**), preciznost (**P**), gibljivost (**G**), moč (**M**) in vzdržljivost (**V**). Uspešnost tehnike gibanja (**UTG**) je hipotetično toliko večja, kolikor večji je seštevek vrednosti posameznih specialnih gibalnih sposobnosti.

$$UTG = \int [K(t)_{\Delta t} + H(t)_{\Delta t} + M(t)_{\Delta t} + G(t)_{\Delta t} + R(t)_{\Delta t} + P(t)_{\Delta t} + V(t)_{\Delta t}] + e$$

Problem v tej enačbi predstavljajo šibke točke oziroma kritične točke, ki lahko povsem spremenijo končni seštevek. Zato je osnovni namen pri vodenju specialne motorične priprave dvigniti skupni seštevek in hkrati odpravljati šibke točke. Za realizacijo specialnih motoričnih sposobnosti smučarjev tekačev skrbijo številni motorični mehanizmi, ki sooblikujejo energijsko in informacijsko komponentno gibanja. Za smučarje tekače je energijska komponenta gibanja dominantna. Energijska komponenta gibanja zagotavlja energijo za tvorjenje ustrezne mišične sile, ki omogoča gibanje telesa oziroma njegovih delov v skladu z optimalno tehniko gibanja smučarjev tekačev. Energija je zmožnost smučarja tekača, da opravi delo (**A**) oziroma moč (**P**), kadar se mora delo opraviti v določenem času ($P = A/t$). Za fizikalno delo (**A**) je potrebno dvoje: sila (**F**) in pot (**s**). Opravljeno delo telesa je enako produktu sile in poti, seveda ob predpostavki, da je sila stalna in se telo giblje v smeri delujoče sile. Običajno se opravljeno delo telesa obravnava preko projekcij smeri gibanja v horizontalni smeri (x) in vertikalni smeri (y). Zato se osnovni obrazec zapiše vektorsko: $A = F \cdot s$. Delo je skalarni produkt sile in poti (Kuščer in

Moljk, 1965). Enota za opravljeno delo je joule. Opravljeno delo 1 J je enako delu, ki ga opravi sila 1 N v svoji smeri na poti 1 m (npr., če dvignemo približno 10 dkg 1 m visoko, bomo opravili delo 1 J oziroma 1 newtonmetra; $1 J = 1 Nm$). Pogosto se uporablja za opravljeno enoto kpm (to je delo, ki ga opravi sila 1 kp na poti 1 m), ki je enaka enoti 10 J.

Moč je določena s kvocientom dela in časa, v katerem je delo opravljeno. Moč je enaka produktu sile (**F**) in hitrosti gibanja telesa (v): $P = Fv$. Trenutna moč odraža produkt trenutne sile telesa s trenutno hitrostjo telesa. V praktičnem merskem sistemu je enota dela joule, enota časa pa sekunda. Enota moči je tista moč, ki opravi delo 1 J na sekundo (npr., če dvignemo približno 10 dkg 1 m visoko v 1 sekundi se dobi enoto moči, ki se meri v wattih (W); $1W = (1 J/1 s)$).

Opravljeno delo telesa (A) je enako produktu med močjo (P) in časom (t); $A = Pt$. Enote za opravljeno delo so lahko Ws oziroma kilovatna ura (kWh). Enota 1 Ws je enaka enoti 1 J: $1 Ws = 1 J$. Če pa se meri moč v kilovatih urah, čas pa v urah, se dobi delo v kilovat-urah (kWh): $1 kWh = 1000 W \cdot 3600 s = 3 600 000 Ws (J)$ ali $1 kWh = 3,6 MJ$.

Energijo telesa se meri z delom, ki ga lahko telo opravi zaradi svoje delazmožnosti oziroma ki je bilo potrebno, da je telo dobilo tako zmožnost. Osnovo energijske komponente gibanja predstavljata mehanizma za energijsko regulacijo gibanja, ki se razlikujeta glede na intenzivnost in trajanje energijskih procesov:

- mehanizem, ki skrbi za intenzivnost energijske regulacije gibanja (moč) in
- mehanizem, ki skrbi za trajanje energijske regulacije gibanja (vzdržljivost).

Mehanizma za energijsko regulacijo gibanja omogočata tvorjenje in učinkovito porabo ustrezne energije za mišično delovanje, ki povzroča mehanske sile, s pomočjo katerih se gibanje lahko izvede v skladu z optimalno tehniko. Struktura mehanizma, ki regulira velikost mišične sile pri izvedbi tehnike teka na

smučeh, je zapletena in je predvsem determinirana s koordiniranim in usklajenim delovanjem tistih delov centralnega živčnega sistema, ki v osnovi regulirajo frekvenco živčnih impulzov, količino aktiviranih motoričnih enot in prevodnost nevronske polisinaptične poti (Verhošanski, 1979). Z vidika zagotavljanja potrebne mišične sile je pomembna mobilnost živčno-mišičnega aparata, predvsem pri postopnem vključevanju novih motoričnih enot v odvisnosti od funkcionalnega položaja mišic glede na anatomske značilnosti lokomotorne aparata in biomehanske zahteve tehnike gibanja. Mišice smučarja tekača pri izvedbi posameznih elementov tehnike teka delujejo kompleksno v sistemu kinetične verige (Zatsiorsky, 1998). S tega vidika je potrebna izredno prefinjena medmišična in znotrajmišična koordinacija. Le tako bo lahko zagotovljena optimalna rekrutacija (proces vključevanja) novih motoričnih enot. Rezultanta delujočih mišičnih sil bo pri izvedbi tehnike gibanja največja takrat, kadar bo ob optimalni rekrutaciji delovalo kar največ motoričnih enot z njihovo največjo možno frekvenco (Sage, 1984). Pomemben dejavnik, ki določa uspešnost tehnike gibanja, je tudi visoka sposobnost aktiviranja in sproščanja tako agonističnih kot tudi antagonističnih mišic (Holmberg, Lindiger, Stöggel, Eitzimair in Müller, 2005). Struktura mišične sile pri izvedbi tehnike gibanja smučarja tekača je odvisna tudi od velikosti in strukture mišičnih vlaken. S treniranjem se lahko vpliva na količino aktivne mišične mase, ki sodeluje v gibanju, relaksacijo antagonistov in nekatere mehanske, biokemične ter anatomske lastnosti mišic. Med mehanske značilnosti mišic sodijo: dolžina ročic oziroma navorov, dolžina mišic, fiziološki preseki mišic in hitrost kontrakcije mišic.

■ Vloga moči v tehniki gibanja smučarja tekača

Smučarski tek predstavlja tehniko gibanja, pri kateri se tekač pomika po progi

z odnavanjem z rokami in nogami. Pri tem se lahko odnavni impulzi generirajo na različne načine oziroma kombinacije:

- odnav z eno roko oziroma obema rokama hkrati (diagonalni odnav, soročni odnav),
- odnav z nogo (kolenski odnav, stopalni odnav),
- kombinacija hkratnega odnava z roko (rokama) in nogo.

Način formiranja odnavnega impulza predstavlja tudi temelj za oblikovanje posameznega elementa klasične oziroma drsalne tehnike teka na smučeh. Vsak element tehnike teka na smučeh, pri katerem gre za odnav, je kombinacija posameznih faz: faza izhodiščnega položaja, faza priprave na odnav, faza aktivnega odnava in faza povratka v izhodiščni položaj. Celotna enkratna izvedba posameznih faz pomeni en cikel pri določenem elementu tehnike gibanja. Celotna tehnika je sestavljena iz več elementov in vsak ima lahko različno število ciklov gibanja. Kadar se isti elementi tehnike smučarskega teka ponavljajo, prihaja do monostrukturnega cikličnega gibanja, in kadar se različni elementi ponavljajo v različnih kombinacijah, prihaja do polistrukturnega cikličnega gibanja.

Za kvalitetno izvedbo tehnike teka smučarja tekača je pomembna optimalna koordinacija tehnike gibanja. Ona omogoča učinkovito in racionalno obliko gibanja, pri kateri se končni učinki gibanja (pospešek gibanja) dajo doseči z minimalno porabo energije oziroma moči. Pri izvedbi tehnike teka na smučeh je poraba energije odvisna tudi od zunanjih in od tekača neodvisnih dejavnikov. Med temi dejavniki so dolžina proge, konfiguracija proge glede na naklone proge, pogoji na progi, vremenski pogoji itd. (Smith, 2002; Viitasalo, Norvapalo in Laakso, 1996). Težje proge imajo več vzponov kot lažje proge. Pogoji slabe drsnosti zahtevajo več energije kot pogoji dobre drsnosti smuč. Tekači se morajo pripraviti na najtežje pogoje tako, da se v procesu priprave doseže vadbene

obremenitve, ki presegajo tiste, ki so pričakovane na posameznih progah na treningih oziroma tekmovanjih. V procesu priprave smučarjev tekačev je treba načrtno, sistematično, kontinuirano in dolgoročno razviti vse specialne motorične sposobnosti (moč, hitrost, vzdržljivost, koordinacijo, gibljivost, ravnotežje) in tiste psihomotorične mehanizme v telesu, ki te sposobnosti določajo.

■ Osnove metodike razvoja moči smučarjev tekačev

Metodika treniranja moči smučarjev tekačev obsega veliko število različnih metod in sredstev treniranja. Poleg situacijskih sredstev se vse bolj razvijajo tudi indirektna sredstva, pri katerih se uporabljajo sredstva, ki vključujejo del tehnike posameznih elementov v nesituacijskih pogojih. Pri teh sredstvih se pogosto uporablja posebne specialne naprave za razvoj odnavne moči smučarjev tekačev. Med temi napravami imajo pomembno vlogo specialne naprave za razvoj odnavne moči rok smučarjev tekačev. Te naprave omogočajo razvoj odnavne moči rok pri diagonalnem odnavu z rokami in pri soročnem odnavu. Različne vadbene naprave vključujejo različne zunanje obremenitve. Obremenitve se praviloma dajo spreminjati od nizkih do visokih naporov. Prav tako se zunanje obremenitve lahko spreminjajo glede na način njihovega vključevanja znotraj posameznega ciklusa odnava. Nekatere naprave imajo ves čas gibanja rok pri odnavu enakomerno linearno zunanjo obremenitev. Druge naprave imajo neenakomerno nelinearno obremenitev. Tehnika odnava smučarja tekača praviloma vključuje koordinacijo gibanja, pri kateri se odnavni impulz generira neenakomerno in nelinearno. Ob pričetku odnava v prvi fazi sila odnava strmo narašča, v drugi fazi odnava doseže svoj maksimum in potem v tretji fazi proti koncu odnava upada (Holmberg, Ohlsson, Supej in Holmberg, 2012). Sila odnava rok se mehansko prenaša preko palic na podlago in le del te sile omo-

goči pomikanje smučarja tekača po progi.

Danes se iščejo optimalne koordinacije gibanja pri tehničnih elementih odnava z rokami. Vse več je poudarjeno iskanje optimalnega odnavnega impulza, ki bi ob minimalni energijski porabi zagotovil maksimalen odnavni pospešek tekača v smeri gibanja na progi. Potreba po odnavni sili se na tekaški progi spreminja in je odvisna od številnih dejavnikov. Različni in neenaki odseki proge, kakor tudi medseboj neenaki elementi tehnike teka, so med seboj neprimerljivi. Za vsak del proge je treba opraviti analizo odnavnega impulza, seveda odvisno od posameznega elementa tehnike smučarskega teka. Pri odnavu z rokami se v drsalni tehniki teka na smučeh najpogosteje uporabi soročni odnav. Tekmovalci uporabljajo različne tehnike soročnega odnava oziroma različne variante sicer istega elementa tehnike soročnega odnava.

■ Odrivna moč rok je pomembna sposobnost za učinkovito realizacijo obeh tehnik teka na smučeh

V obeh tehnikah teka na smučeh je odnavni impulz tekača močno odvisen od moči odnava z rokami. Odrivna moč rok je sposobnost smučarja tekača, ki mu omogoča, da posamezne gibalne naloge tehnike teka na smučeh izvede z optimalno silo. Sila odnava se preko palic prenaša na podlago, ki sproži silo reakcije podlage in ta prispeva k povečani hitrosti gibanja smučarja tekača (Rusko, 2002). Način izražanja odnavne moči rok je odvisen od načina tehnike gibanja, konfiguracije proge in hitrosti gibanja smučarja tekača. Pri visoki hitrosti drsenja je večji poudarek na hitrem eksplozivnem izražanju moči, na vzponih pri nizki hitrosti drsenja pa po visoki absolutni moči odnava. Razvoj moči odnava rok je eden od ključnih ciljev treniranja smučarjev tekačev. Logično je, da bo pri dveh smučarjih tekačih z isto frekvenco odnavanja bolj uspešen

smučar tekač, ki bo posedoval večjo odzivno moč. Pri enem odzivu bo pri večji potisni sili opravil večji pospešek, kar bo posledično povečalo hitrost drsenja in dolžino opravljene poti (Babel, Hartmann, Spitzenfeil in Mester, 1996; Göpfert, Holmberg, Stöggel, Müller in Lindiger, 2013).

Celoten cikel soročnega odziva traja približno od 1,2 s do 1,5 s (Holmberg, Ohlsson, Supej in Holmberg, 2012). Približno polovico celotnega ciklusa se sila odziva prenaša preko palic na podlago in povzroča silo reakcije podlage. Približno po 0,33 s aktivnega soročnega odziva se doseže maksimalna odzivna sila, ki dosega absolutno od 150 N do 250 N. Približno 80 % absolutne sile se uporabi za potisk tekača v smeri teka. Povprečna sila odziva z rokami (približno 100 N) traja približno 0,3 s. Osnovna hitrost gibanja tekača pri uporabi soročnega odziva se giblje med 3 m/s in 7 m/s. Cilj treniranja smučarjev tekačev je tako dvigniti moč soročnega odziva tako, da bo znotraj posameznega ciklusa odziva dosegel čim večji pospešek v smeri teka. To se lahko doseže na različne načine produciranja odzivnega impulza:

- poveča se povprečno odzivno silo ob enakem času delovanja te sile,
- obdrži se enako povprečno odzivno silo in poveča čas delovanja te sile,
- poveča se povprečno odzivno silo in čas delovanja te sile.

Seveda je navidezno najbolj učinkovita tretja oblika produciranja odzivnega impulza. Ta oblika pa tudi zahteva od smučarja tekača največji delovni napor. Umetnost treniranja smučarjev tekačev se tako na splošno kaže v maksimizaciji tretje oblike. V posebnih primerih pa seveda veljajo drugačni odnosi. Pri šprintu v cilj tekač ne sme podaljševati časa odziva, ampak mora v optimalnem času generirati maksimalno odzivno silo. Takšni šprinti pa običajno niso daljši od 200 m oziroma ne trajajo več kot pol minute.

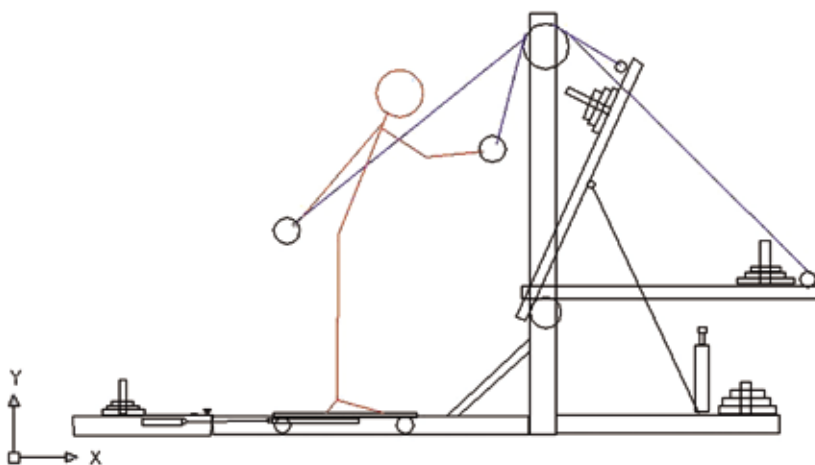
Razvoj odzivne moči rok na posebni vadbeni napravi

Razvoj odzivne moči rok je v situacijskih pogojih precej težaven. Trenerji težko nadzorujejo frekvenco odzivov, čase odzivov in predvsem zunanje obremenitve, ki se pojavljajo pri posameznih odzivih. Zaradi tega se pri razvoju odzivne moči rok vse bolj uporabljajo posebne vadbene naprave, ki delno simulirajo tehniko gibanja smučarja tekača. Na specialnih vadbenih napravah za razvoj odzivne moči rok smučarjev tekačev se lahko uporabljajo statične oziroma izometrične in dinamične gibalne vaje z različnim režimom živčno-mišičnega napreženja. Namen vadbe je odvisen od konkretnih potreb in želja vadečih ter njihovih trenerjev. Razvoj posameznih specialnih gibalnih sposobnosti, povezanih z močjo odziva rok, je odvisen od kvalitete metodike in uporabljenih sredstev vadbe. Učinki vadbe se lahko zagotovijo le na daljši čas, saj je ena od temeljnih zakonitosti vadbenega procesa prav prilagajanje na dolgotrajne vadbene napore.

Pred 17 leti (Jošt in Pustovrh, 1997) je bila razvita posebna vadbeni naprava za razvoj odzivne moči rok. Na tej napravi je bilo mogoče izvajati zgolj soročni odziv. Vadbeno napravo so nekaj let uporabljali slovenski tekmovalci v nordijski kombinaciji. Napredek v razvoju moči rok je bil pri tistih, ki so redno

vadili, očitno in nekateri mladi slovenski kombinatorci so tudi s pomočjo te naprave dosegli visoke športne dosežke (kombinatorc Roman Perko je postal v letu 1997 mladinski svetovni prvak in na članskem prvenstvu v Trondheimu je s 5. mestom dosegel doslej najboljšo slovensko uvrstitev). Potrebe in izkušnje pa kažejo, da bi lahko podobne vadbene učinke dosegli tudi pri izmeničnem diagonalnem odzivu z rokami. Ta odziv pride predvsem v poštev pri klasični tehniki teka na smučeh. V letu 2013 je bila razvita vadbeni naprava za razvoj odzivne moči rok smučarjev tekačev, na kateri je moč razvijati tudi diagonalni odziv z rokami (Slika 1).

Na vadbeni napravi je možno trenirati odzivno moč rok pri različnih zunanjih obremenitvah in pri različnem živčno-mišičnem napreženju. Možne so naslednje vrste mišičnega napreženja: statično oziroma izometrično napreženje (aktivno in pasivno); dinamično oziroma izotonično napreženje (s pozitivnim, negativnim in spreminjajočim se učinkom). Namen vadbene naprave je prispevati k razvoju izbranih specialnih motoričnih sposobnosti smučarjev tekačev. Specialna motorična sposobnost pomeni sposobnost tekača, da čim bolj uspešno opravi določeno gibalno nalogo, ki je lahko hkrati tudi testna naloga. S pomočjo vadbene naprave se lahko razvijajo naslednje specialne motorične sposobnosti:



Slika 1: Vadbeni naprava za diagnostiko in razvoj odzivne moči rok smučarjev tekačev.

■ Soročni odriv – izometrična moč rok

- Maksimalna statična izometrična moč soročnega odriva ob pričetku odriva.
- Maksimalna statična izometrična moč soročnega odriva na sredini odriva.

■ Soročni odriv – dinamična moč rok

- Maksimalna dinamična moč odriva pri enkratnem odrivu (absolutno in relativno na telesno maso).
- Submaksimalna dinamična moč odriva (90 % Fmax): Vadeči izvede gibalno nalogo pri visoki obremenitvi in v čim bolj enakomernem ritmu. Rezultat testne naloge je število ponovitev v določenem časovnem intervalu (absolutno in relativno glede na telesno maso). Pri izvedbi naloge se meri tudi čas izvajanja naloge. Ritem posameznih odrivov naj bo čim bolj enakomeren. Če vadeči v času treh sekund ne zmore več opraviti odriva, se naloga prekine.
- Vzdržljivostna dinamična odrivna moč rok pri soročnem odrivu pri enominutni srednji obremenitvi (60 % Fmax in več). Po vsaki obremenitvi, ki jo vadeči uspešno opravi, se ta poveča za 5 %. Odmor med ponovitvami mora biti primerno dolg (vsaj tri minute). Ritem izvedbe odrivov z rokami je enak. Če vadeči pri višji obremenitvi ritma ne zmore, se naloga prekine.
- Vzdržljivostna dinamična moč rok pri soročnem odrivu pri trikratni minutni nizki obremenitvi (30 % Fmax, 40 % Fmax, 50 % Fmax) z eno minuto odmora. Vadeči v čim bolj enakomernem ritmu najprej izvaja enominutno vadbo z najmanjšo obremenitvijo. Sledi minuta odmora. Druga ponovitev vsebuje srednjo obremenitev in potem še tretja ponovitev najvišjo obremenitev. Rezultat testne naloge je število ponovitev v vsaki minuti vadbe.
- Vzdržljivostna dinamična moč pri postopno povečanih obremenitvah (od 200 N, 300 N 400 N) in trikratni intervalni izvedbi naloge v času 3 x 3 min in odmoru med intervali 30 sekund. Celotna testna gibalna naloga traja 10 minut.

■ Diagonalni odriv – izometrična moč rok

- Maksimalna statična izometrična moč diagonalnega odriva z levo roko ob pričetku odriva.
- Maksimalna statična izometrična moč diagonalnega odriva z levo roko na sredini odriva.
- Maksimalna statična izometrična moč diagonalnega odriva z desno roko ob pričetku odriva.
- Maksimalna statična izometrična moč diagonalnega odriva z desno roko na sredini odriva.

■ Diagonalni odriv – dinamična moč rok

- Maksimalna dinamična moč odriva pri enkratnem odrivu (absolutno in relativno na telesno maso).
- Submaksimalna dinamična moč diagonalnega odriva (90 % Fmax): Vadeči izvede gibalno nalogo pri visoki obremenitvi in v čim bolj enakomernem ritmu. Rezultat testne naloge je število ponovitev v določenem časovnem intervalu (absolutno in relativno glede na telesno maso). Pri izvedbi naloge se meri tudi čas izvajanja naloge. Ritem posameznih odrivov naj bo čim bolj enakomeren. Če vadeči v času 3 sekund ne zmore več opraviti odriva, se naloga prekine.
- Vzdržljivostna dinamična odrivna moč rok pri diagonalnem odrivu pri enominutni srednji obremenitvi (60 % Fmax in več). Po vsaki obremenitvi, ki jo vadeči uspešno opravi, se ta poveča za 5 %. Odmor med ponovitvami mora biti primerno dolg (vsaj tri minute). Ritem izvedbe odrivov z rokami je enak. Če vadeči pri višji obremenitvi ritma ne zmore, se naloga prekine;
- Vzdržljivostna dinamična moč rok pri soročnem odrivu pri trikratni minutni nizki obremenitvi (30 % Fmax, 40 % Fmax, 50 % Fmax) z eno minuto odmora. Vadeči v čim bolj enakomernem ritmu najprej izvaja enominutno vadbo z najmanjšo obremenitvijo. Sledi minuta odmora. Druga ponovitev vsebuje srednjo obremenitev in potem še tretja ponovitev z najvišjo obremenitvijo. Re-

zultat testne naloge je število ponovitev v vsaki minuti vadbe.

- Vzdržljivostna dinamična moč pri postopno povečanih obremenitvah (od 200 N, 300 N 400 N) in trikratni intervalni izvedbi naloge v času 3 x 3 min in odmoru med intervali 30 sekund. Celotna testna gibalna naloga traja 10 minut.
- Vzdržljivostna dinamična moč pri različnih povprečnih obremenitvah (od 50 N do 100 N) in različnem času trajanja od 3 min do 10 min ter različnimi odmori (od 0,5 min do 3 min). Z različnimi oblikami vadbe lahko poleg moči odriva razvija tudi aerobne in anaerobne mehanizme, ki zagotavljajo energijo za vzdržljivo dalj časa trajajočo mišično dejavnost.

■ Komu je namenjena vadbena naprava?

Vadbena napravo lahko uporabljajo vsi, ki se ukvarjajo s smučarskim tekom ne glede na tekmovalni, rekreativni, kondicijski namen, starost in spol vadečih ter stanje osnovnih in specialnih gibalnih sposobnosti.

■ Kako odmerimo oziroma določimo obremenitve na vadbeni napravi?

Pri vadbenem procesu je treba upoštevati specifične značilnosti vadečih in obremenitve prilagoditi njihovemu stanju psihomotoričnih sposobnosti in seveda predvsem ciljem vadbe. Volumen obremenitve pri izvedbi posamezne gibalne naloge predstavljajo praviloma spremenljivke: hitrost dviga bremena, velikost bremena in število opravljenih dvigov v določenem časovnem intervalu.

■ Kdaj se vadba na napravi izvaja?

Vadba se lahko izvaja v vsakem obdobju celoletne priprave športnikov oziroma v vsakem obdobju športnerekreativne vadbe (fitnes, vadba za zdravje,

kondicijska priprava itd.). Seveda je način vadbe prilagojen osnovnemu namenu, smotrom in ciljem vadbene-ga procesa.

■ Kako ocenjujemo učinke vadbe na napravi?

Učinke vadbene-ga procesa na napravi se spremlja in evalvira z znanstveno metodo dela. Osnova tega dela so eksperimenti z izvedbo testnih meritev. Ti se oblikujejo glede na značilnosti vadečih in cilje vadbe. Rezultati eksperimentalne vadbe in testnih meritev so osnova za ugotavljanje učinkov vadbe.

Priporočljivo je, da se pri vadbi odzivne moči rok smučarjev tekačev spremlja tudi druge dejavnike, ki pomembno prispevajo k učinkom treniranja smučarjev tekačev. V prvi vrsti so to: osnovni fiziološki (Kvamme, Jakobsen, Hetland in Smith, 2005) oziroma funkcionalni dejavniki (srčni utrip, frekvenca dihanja, aerobne in anaerobne značilnosti itd.) ter osnovne morfološke značilnosti (telesna teža, telesna višina, obseg prsnega koša, obseg nadlahti rok, obseg stegna, kožna guba na trebuhu, kožna guba na hrbtu, kožna guba na nadlahti).

■ V kakšni tehniki se izvaja vadba na napravi?

Praviloma se vadba na napravi izvaja v osnovni šolski tehniki. Možne so tudi druge različice izvedbe posameznih elementov tehnike teka. Te različice se oblikujejo za vsakega posameznika glede na njegove cilje vadbe. Na napravi je seveda poudarek na odzivni moči rok, ki se uporablja pri različnih elementih klasične in drsalne tehnike teka na smučeh.

■ Literatura

1. Babel, S., Hartmann, U., Spitzenpfeil, P. in Me-ster, J. (1996). *Ground-reaction forces in alpine skiing, cross-country skiing and ski jumping*

– *Measurements methods and declaration possibilities*. In: (Müller et.al., Eds). *Proceedings of the first International Congress on Skiing and Science* St. Cristoph a. Arlberg, Austria. January 7-13, 1996: 200–207.

2. Göpfert, C., Holmberg, H.C., Stöggl, T., Müller, E. in Lindiger, S.J. (2013). Biomechanical characteristics and speed adaptation during kick double poling on roller skis in elite cross country skiers. *Sport Biomechanics*, 12 (2): 154–174.
3. Holmberg, H.C., Lindiger, S., Stöggl, T., Eitzmair, E. in Müller, E. (2005). Biomechanical analysis of double poling in elite cross-country skiers. *Med.Sci Sports Exerc.*, 37(5):807–818.
4. Holmberg, L.J., Ohlsson, M.L., Supej, M. in Holmberg, H.C. (2012). *Skiing efficiency versus performance in double-poling ergometry*, *Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering*, p. 1-6 (DOI:10.1080/10255842.2011.648376).
5. Jošt, B. in Pustovrh, J. (1997). Vadbena naprava za razvoj specialne moči rok smučarjev tekačev. *Šport*, 46 (1): 5–8.
6. Kuščer, I. in Moljk, A. (1965). *Fizika – 1.del (druga izdaja)*. Ljubljana: Državna založba Slovenije.
7. Kvamme, B., Jakobsen, V., Hetland, S. in Smith, G. (2005). Ski skating technique and physiological responses across slopes and speeds. *European Journal of Applied Physiology*, 95 (2-3):205–212.

8. Rusko, H. (2002). *Handbook of Sports Medicine and Science – Cross Country Skiing*. Jyväskylä: Research Institute for Olympic Sports.
9. Sage, (1984). *Motor Learning and Control – A Neuropsychological Approach*. USA: Wm. C. Brown Publishers, College Division.
10. Smith, G.A. (2002). Biomechanics of Cross Country Skiing. *Sports Med.*, 9(5):273–285.
11. Smith, G.A. (2002). *Biomechanics of Cross Country Skiing*. In: Heikki Rusko (Ed.). *The Handbook of Sports Medicine and Science: Cross Country Skiing*. Oxford: Blackwell Publishing.
12. Verhošanski, J.I. (1979). *Razvoj snage u sportu*. Beograd: »PARTIZAN«.
13. Viitasalo, J.T., Norvapalo, K. in Laakso, J. (1996). *Effects of 50 km racing on Ski skating kinematics in The Falun World Championships in 1993*. In: (Müller et.al., Eds). *Proceedings of the first International Congress on Skiing and Science* St. Cristoph a. Arlberg, Austria. January 7-13, 1996: 88–96.
14. Zatsiorsky, V.M. (1998). *Kinematics of human motion*. USA: *Human Kinetics*.

prof. dr. Bojan Jošt, prof. šp. vzg.
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport –
Katedra za filozofijo športa
e-naslov: bojan.jost@fsp.uni-lj.si