

## Koordinacija i koordinacijske sposobnosti u rehabilitaciji

Lana BOBIĆ LUCIĆ<sup>1</sup>, Anđelko LUCIĆ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Specijalna bolnica za medicinsku rehabilitaciju Lipik, Lipik

<sup>2</sup>Osnovna škola braće Radića, Pakrac

Primljeno / Received : 2015-11-09 Prihvaćeno / Accepted: 2016-05-30

Dopisivanje s:

Lana Bobić Lucić, dr.med.

Specijalna bolnica za medicinsku rehabilitaciju Lipik

Marije Terezije 13,

34551 Lipik, Hrvatska

e-mail: lanablucic@gmail.com

### Sažetak

Pravilna postura i položaj tijela sve su više zanemareni u svakodnevnim aktivnostima čovjeka.

Starenjem dolazi do opadanja mišićnog tonusa koji djeluje na održavanje položaja tijela te samim tim i opadanja sposobnosti koordinacije, točnosti (preciznosti), ravnoteže i brzine pokreta. Disbalans u kretanju i stajanju neugodan je osjećaj nestabilnosti, što onda izaziva strah od pada, stoga kod starijih osoba posebnu važnost u rehabilitaciji imaju vježbe koordinacije te osobito vježbe ravnoteže. Osnovni i najteži problem pojma koordinacije jest to da tu sposobnost ne možemo generalizirati i svesti pod jednu jedinstvenu sposobnost. Koordinacija sudjeluje u realizaciji svake strukture kretanja, od najjednostavnijih pa do najsloženijih oblika kretanja, a samsustav koordinacije relativno je složen, višedimenzionalan i može se podijeliti na različite sposobnosti koje su međusobno povezane. U rehabilitaciji se često za izradu programa vježbanja koriste specijalizirane grupe vježbi. Među učestalijima mogu se naći vježbe ravnoteže, a programi vježbanja koji imaju svoju poveznicu s ravnotežom su i programi vježbanja poput vježbi koordinacije, propiocepcije,

stabilnosti ili kinestezije. S obzirom na međusobnu sličnost i povezanost tih pojmova cilj ovoga rada je njihov prikaz i definiranje.

**Ključne riječi:** rehabilitacija, ravnoteža, koordinacija, stabilnost, propriocepcija, vježbanje

## Coordination and coordination abilities in rehabilitation

### Abstract

In the daily activities of man, accurate posture and body position are increasingly ignored. Aging is accompanied by a decrease in muscle tone that works to maintain the position of the body and therefore a decline in the ability of coordination, accuracy, balance and speed of movement. Imbalance in movement and standing brings to instability with a fear of falling as a consequence in the elderly, therefore coordination and balance exercises should be highlighted in particular. The main and most difficult problem of coordination is that this ability cannot be generalized and placed under one unique ability. Coordination participates in every structure of movement, from the simplest to the most complex forms of movement, and the coordination system is relatively complex, multi-dimensional, which can be divided into different abilities that are interconnected. A specialized group of exercises is frequently used in rehabilitation. Common programs are the balance exercises program as well as exercise programs of coordination, proprioception, stability or kinesthetic, which are interconnected. In view of the mutual similarity and connection between these concepts the aim of this paper is to define and present them.

**Key words:** rehabilitation, balance, coordination, stability, proprioception, exercise

### Uvod

U rehabilitaciji se često mogu susresti pojmovi poput koordinacije, ravnoteže, stabilnosti, propriocepcije ili kinestezije. Uglavnom se opisuju uz pojedine oblike vježbanja, ali su usko vezani uz posturu tijela i kretanje. Pravilna postura i položaj tijela sve su više zanemareni u svakodnevnim aktivnostima čovjeka. Opća se čovjekova pokretljivost temelji na statičkim i dinamičkim kontrakcijama mišića, na stabilizaciji i fiksaciji jednih te istodobnom kretanju drugih dijelova tijela (1). Nepravilno sjedenje, stajanje ili različiti oblici kretanja djeluju na kralježnicu i druge dijelove tijela izazivajući opterećenja koja kumulativnim djelovanjem dugoročno dovode do određenih morfoloških i funkcijskih

deformacija. Dolazi do skraćanja ili slabljenja određene muskulature, što dovodi do mišićne neravnoteže, koja predstavlja glavni uzrok pojave i razvoja lošeg držanja tijela. Kako bismo preventivno utjecali na jačanje organizma u cjelini, potrebno je voditi računa o izboru fizičke aktivnosti za svakog pojedinca u skladu s njegovim općim zdravstvenim stanjem i razinom motoričkih sposobnosti.

Koordinacija sudjeluje u realizaciji svake strukture kretanja, od najjednostavnijih pa do najsloženijih oblika kretanja (2). Sam sustav koordinacije relativno je složen, multidimenzionalan, i može se podijeliti na različite sposobnosti koje su međusobno povezane. Ovisno o tome na koju se koordinacijsku sposobnost želi više djelovati s ciljem jačanja tog sustava primijenit će se odgovarajući oblik vježbi. Kod sportaša su te sposobnosti odrađene kretnim manifestacijama tipičnim za pojedini sport, pa se samim time kod njih i više provode (3), dok kod starijih osoba to nije slučaj. Starenjem dolazi do opadanja sposobnosti koordinacije, točnosti (preciznosti), ravnoteže i brzine pokreta, što je posljedica opadanja mišićnog tonusa koji djeluje na održavanje položaja tijela. Opadanje intenziteta kretanja utječe i na vitalne funkcije s nedostatnom cirkulacijom uvjetovanom dinamikom mišićnih pumpi. To je i razlog da se kod gotovo svih bolesti kao rizični čimbenik navodi nedostatno kretanje, a starije su osobe sklone mirovanju ili statičnim aktivnostima. Kod starijih su poteškoće u kretanju često uzrokovane i lošom ravnotežom kao posljedicom insuficijentne cerebralne cirkulacije, pada tonusa mišića ili slabljenja vida. Disbalans u kretanju i stajanju neugodan je osjećaj nestabilnosti, što onda izaziva strah od pada (4), stoga kod starijih osoba posebnu važnost ima rehabilitacija s naglaskom na vježbe koordinacije, te osobito vježbe ravnoteže.

Osnovni i najteži problem pojma koordinacije jest to da tu sposobnost ne možemo generalizirati i svesti pod jednu jedinstvenu sposobnost (5), stoga je cilj ovog rada prikazati sposobnosti i pojmove vezane uz koordinaciju koji se mogu susresti u rehabilitaciji.

## **Koordinacija**

Koordinacija (lat. *co+ordo, ordinis*) opisana je brojnim definicijama koje među sobom imaju velikih sličnosti, ali se povremeno i bitno razlikuju, ovisno o pristupu na osnovu kojeg je formulirana sama definicija (3). Riječ koordinacija prvi put je zabilježena 1605. godine (prema Barnhart Dictionary of Etymology, 1988.) i odnosila se na pojam „urednog ili pravilnog slijeda aktivnosti“ (6).

Prema Espenschade i Eckertu pojedinac posjeduje dobru koordinaciju kada se kreće lako i kada su redoslijed i vrijeme njegovih radnji kvalitetno kontrolirani (7). Za Milanovića je koordinacija izraz međusobnog djelovanja središnjeg živčanog sustava i skeletnih mišića u izvođenju svrsishodnog motoričkog akta (8), dok je Željaskov opisuje kao sposobnost da se usklađuje, adekvatno motoričkom zadatku, pojedine pokrete i radnje u odnosu na vrijeme, prostor i naprezanje (3).

Fiziološka baza koordinacije leži na sinkronizaciji neuroloških procesa središnjeg živčanog sustava. Središnji živčani sustav neprekidno regulira i koordinira složenost funkcija organa sustava. Jedna od njegovih glavnih funkcija je izbor i prijenos brzog i točnog odgovora na podražaj putem eferentnih živčanih putova do određenih efektora. Podražaj jednog motoričkog centra koji upravlja kretanjem jednog dijela tijela ne onemogućava drugim motoričkim centrima da upravljaju drugim dijelovima tijela (9). Mali mozak sudjeluje u koordiniranju mišićne aktivnosti, reguliranju mišićnog tonusa i održavanju ravnoteže, a utječe na sve vrste motoričkih aktivnosti. Omogućuje izvođenje usklađenih, glatkih i svrhovitih pokreta, a pokrete i stav tijela nadzire neizravno, modulirajući izlazne signale glavnih silaznih motoričkih sustava mozga. Bolesti i ozljede malog mozga poremete koordinaciju pokreta udova i očiju, ravnotežu tijela i smanjuju mišićni tonus, a najjasnije se očituju kao poremećaji svrhovitih pokreta ruku, poremećaji ravnoteže i stava tijela, te poremećaji hoda (10). Regulacija motoričkih aktivnosti uključuje razlikovanje i reagiranje na podražaje visokom preciznošću i brzinom. Kao rezultat brojnih ponavljanja u sklopu neke vještine ili tehničkog elementa, temeljni živčani procesi ekscitacije i inhibicije postaju pravilno koordinirani, što rezultira stabilnim, dobro koordiniranim, učinkovitim i uspješnim motoričkim sposobnostima. Bazirajući se na fiziološkim temeljima može se reći kako je koordinacija sposobnost pojedinca da u što kraćem vremenu i po točno određenom redoslijedu uključi agoniste, a isključi antagoniste, na temelju obrade eferentnih signala u CNS-u, s ciljem izvođenja željenog pokreta (5). Kontrola pokreta uključuje sposobnost za manipuliranje objektima rukama (koordinacija ruku), sposobnost izvođenja kompleksnih pokreta nogama (koordinacija nogu) te sposobnost realizacije kompleksnih motoričkih struktura premještanjem cijelog tijela u prostoru (koordinacija tijela).

Kada se upotrebljava termin struktura koordinacije, onda se obično misli na broj i organizaciju determinanata koje određuju sposobnost programiranja i izvođenja relativno složenih motoričkih operacija (3). Drabik koordinacijske sposobnosti strukturira u sedam podprostora i označava ih kao: ravnotežu

(balance), kinestetičku diferencijaciju, prostornu orijentaciju, reakciju na vidne i slušne signale, osjećaj za ritam, sinkronizaciju pokreta u vremenu i adekvatnost pokreta. Prostorna (spacijalna) orijentacija sposobnost je kontrole, odnosno orijentacije tijela u prostoru, reakcijuna signale čini sposobnost da se brzo i kvalitetno reagira na audio, vizualne i kinestetičke signale, dok osjećaj za ritam predstavlja sposobnost blagovremenog usklađivanja pokreta. Sinkronizacija pokreta u vremenu sposobnost je da se međusobno nepovezani pokreti ekstremiteta ukomponiraju u sinkroniziranu cjelinu, a adekvatnost pokreta je sposobnost da se izaberu pokreti koji su adekvatni danom kretnom zadatku (9). Vezano uz koordinacijske sposobnosti u literaturi se još mogu susresti pojmovi pravodobnost (timing), što se može definirati kao sposobnost procjene prostorno-vremenskih odnosa nekog kretanja i pravodobna izvedba složenih motoričkih zadataka (ruka-oko, noga-oko, tijelo-oko, brzina reakcije), te preciznost, koja se definira kao sposobnost izvođenja točno usmjerenih i odmjerenih pokreta, a očituje se u pravilno izvedenom i doziranom bacanju (11).

Nemoguće je neutralizirati učešće svih ostalih kretnih kapaciteta, prije svega snage, brzine i fleksibilnosti, pa se može reći da koordinaciju čine zapravo svi oni potencijali koji ujedno determiniraju i cjelokupnu čovjekovu motoriku (3).

### **Ravnoteža (engl.balance)**

Ravnoteža spada u jednu od struktura koordinacije. Ima veoma bitnu ulogu u životu i zdravlju, jer bez nje ne bismo mogli hodati, trčati, obavljati svakodnevne fizičke aktivnosti (2) i predstavlja temelj za izvođenje dinamičkih pokreta cijelog tijela (12). Ravnotežu možemo opisati kao sposobnost održavanja željenog stava pod utjecajem gravitacije (13). U engleskom govornom području za ravnotežu se kaže balance (engl.) (14) te se stoga često u hrvatskoj literaturi može naći izvedenica balans (hrv.), ali u osnovi ona označava ravnotežu.

Razlikuju se dva pojavna oblika ravnoteže, sposobnost održavanja ravnotežnog položaja i sposobnost uspostavljanja ravnotežnog položaja. Sposobnost održavanja ravnotežnog položaja zapravo je sposobnost kontrole posturalnog gibanja, tj. zadržavanje statičkog položaja tijela i uspravnog stava u stojećem položaju, i naziva se statička ravnoteža. Dinamičkom ravnotežom naziva se sposobnost uspostavljanja ravnotežnog položaja, sposobnost pravovremenog odgovora tijela na promjene ravnoteže i predviđanje promjena pri pokretu tijela, odnosno aktivnost vestibularnog aparata i sinteze informacija iz ostalih receptora: vid, sluh, mišićna napetost i drugih (5). Ona je važna u hodu, a

hodati znači biti pokretljiv, neovisan i imati kvalitetniji život (15).

Sekulić i Metikoš ravnotežu definiraju kao sposobnost održavanja ravnotežnog položaja uz analizu informacija o položaju tijela koje dolaze putem kinestetičkih i vidnih receptora. Dijeleva ravnotežu na ravnotežu otvorenim očima i ravnotežu zatvorenim očima (16).

Mehanizam održavanja ravnoteže složeni je set različitih procesa i zahtijeva uspješno povezivanje višebrojnih komponenti, uključujući nekoliko senzornih sustava, a to su vizualni, vestibularni i somatosenzorni sustav. Vizualni sustav osigurava vidne informacije o položaju i pokretu tijela u prostoru te prepoznavanje potencijalno opasnih objekata i situacija. Osjetni organ ravnoteže (organum vestibulare) smješten je u predvorju unutarnjeg uha i ima dvije temeljne funkcije: dinamičku – bilježenje kutnog ubrzanja glave u bilo kojoj od tri međusobno okomite ravnine i statičku – bilježenje apsolutnog položaja glave u prostoru u odnosu na silu težu. Vestibularne jezgre dvosmjerno su povezane s malim mozgom, s jezgrama okulomotornog sustava, te kralježničnom moždinom, stoga cijeli vestibularni sustav ima tri glavne funkcionalne zadaće: održavanje ravnoteže i stava tijela, usklađivanje pokreta glave s pokretima trupa te usklađivanje pokreta glave s pokretima očiju (10). Somatosenzorni sustav nadgleda položaj tijela i kontakt s ostalim objektima upotrebom receptora, proprioceptora ili mehanoreceptora koji su zaduženi za prijenos informacija o položaju pojedinog ekstremiteta te kožnih receptora koji prenose informacije s kože o dodiru i različitim vibracijama na koži (17). Informacije koje dolaze iz navedenih senzornih sustava obrađuju se u središnjem živčanom sustavu, koji skeletnoj muskulaturi daje naredbe bitne za održavanje ravnoteže tijela. Ako je funkcija bilo kojeg od senzornih sistema oštećena ili oslabljena, smanjuje se mogućnost održavanja ravnoteže, a povećava rizik od pada (2).

Ravnoteža se može unaprjeđivati pomoću treninga dinamičke stabilizacije, uspostavljanja i održavanja ravnotežnog položaja i proprioceptijskog treninga ravnoteže (8).

## **Propriocepcija, kinestezija**

Propriocepcija generalno predstavlja svjesni i nesvjesni osjet položaja u zglobu, a također predstavlja sposobnost održavanja ravnotežnog položaja u statičkom i dinamičkom djelovanju vlastitog tijela ili okoline. Pravilnom informacijom proprioceptora iz svih struktura zgloba osigurava se jačina mišićne kontrakcije, kao i pravilan vremenski slijed kontrakcija agonističko-antagonističkog para

mišića koji koordinirano sudjeluju u dinamičkoj stabilizaciji zgloba sprječavajući moguće ozljede (18).

Osjetipoložaja, koji se često nazivaju i proprioceptivnim osjetima, mogu se podijeliti u dvije podvrste: 1) osjet statičnog položaja – statička propriocepcija, što znači svjesno raspoznavanje međusobnog odnosa položaja pojedinih dijelova tijela i 2) osjet brzine pokreta, nazvan kinestezijom ili dinamička propriocepcija (19). Obje vrste osjeta bitne su za održavanje ravnoteže tijela, nadzor nad pokretima udova i procjenu oblika predmeta na temelju opipa i rukovanja (10).

Da bismo znali u kojem je položaju naše tijelo, moramo znati stupanj savijenosti svih zglobova u svim prostornim ravninama, kao i brzinu promjene savijenosti. To vrijedi i za statični i za dinamični podražaj (19). Primjerice, zdrav čovjek kad žmiri može vrlo točno procijeniti točan položaj svoje nepomične ruke ili noge – kut pod kojim je povijen mirujući koljenski zglob pogađa se uz pogrešku od svega 0,5 stupnjeva. Signali o položaju udova te o brzini i usmjerenju njihovih pokreta polaze od 3 glavne vrste mehanoreceptora: mišićnih vretena, mehanoreceptora smještenim u zglobnim čahurama (proprioceptorima) i kožnih mehanoreceptora (10). Najvažniji receptori za zamjećivanje zglobne savijenosti unutar uobičajenog raspona pokreta kao i za nadzor mišićnih pokreta su mišićna vretena. Kad se mijenja stupanj savijenosti zgloba neki se mišići istežu, a drugi opuštaju. Mišićna vretena informaciju o istegnutosti mišića šalju u kralježničnu moždinu i u viša područja dorzalne kolumne, gdje se informacija obrađuje i interpretiraju složena zbivanja pri savijanju zglobova. Pri krajnjoj savijenosti zglobova, istezanje ligamenata i dubokih tkiva oko zglobova dodatni je važan čimbenik u zamjećivanju položaja. Osjetni završeci koji pri tom sudjeluju jesu Pacinijeva tjelešca, Ruffinijevi završeci i receptori u mišićnim tetivama koji nalikuju Golgijevim tetivnim organima. Pacinijeva tjelešca i mišićna vretena posebno su prilagođena za reagiranje na brze promjene, stoga je vjerojatno da su u zamjećivanju brzine pokreta ti receptori najvažniji (19).

Proprioceptivni trening sastoji se od statičkih i dinamičkih vježbi uspostavljanja i narušavanja ravnoteže sa i bez unosa vizualnih informacija (20). Proprioceptivni trening razvija sposobnost bržeg reagiranja živčanog sustava na promjene u zglobnim površinama, a sekundarni efekti proprioceptivnog treninga usmjereni su na jačanje ligamentarno-tetivnog sustava i povećanje amplitude pokreta u zglobovima (21). Provođenje takvog treninga također dovodi do poboljšanja opće ravnoteže (22), eksplozivne jakosti (23) i motoričke kontrole (24).

U rehabilitaciji je razvijena metoda koja koristi sustav proprioceptora u

tehnika istezanja, PNF odnosno proprioceptivnaneuromišićna facilitacija.

## Stabilnost

Čak i na nivou jednog zgloba postoji koordinacija koja osigurava optimalnu funkciju zgloba preko kombinacije stabilnosti i pokreta susjednih zglobova (12). Kontrakcije skeletnih mišića vrlo često ne dovode do pokreta, odnosno do promjene položaja oko jednog ili više zglobova, nego se upravo rabe da spriječe pokret. Mišići nam održavaju ravnotežu i stav tijela (primjerice u „stavu mirno“) suprotstavljajući se djelovanju sile teže. U takvom slučaju kažemo da mišići stabiliziraju zglob (nasuprot djelovanju vanjskih sila) i da imaju posturalnu funkciju – funkciju održavanja stava tijela. Nadalje, kad, primjerice, ispružimo ruku, poremeti se ravnoteža (pomakne se težište tijela) pa se neki drugi mišići moraju kontrahirati da povrate tijelu ravnotežu. Dakle, isti mišić u pravilu u jednoj situaciji djeluje kao pokretač, a u drugoj kao stabilizator zgloba (10).

Za stabilnost zgloba odgovorni su statički (ligamenti, zglobna čahura, menisci, koštana geometrija zglobnih tijela) i dinamički stabilizatori (mišićna jakost i izdržljivost, koordinirana aktivacija agonista i antagonista, mehanizam predviđanja mišićnih pokreta i refleksni mehanizam povratne sprege) (25).

Dosta je primjera interakcije stabilnosti i mobilnosti. U slučaju akutne boli u leđima dobrom kontrakcijom trbušnih i leđnih mišića osigurava se iritirajući, bolni dio. Da bi se uhvatio udaljeni predmet na polici, prije opružanja laktova najprije se treba stabilizirati rameni obruč. U sportaša, gdje je lokomotornisustav izložen puno većim opterećenjima, nedostatak stabilizacijske funkcije pojedinog zgloba ili nekog višezglobnog sustava dovodi do smanjenja učinkovitosti tehnike kretanja, a često i do povećanja opasnosti od sportskih ozljeda. Svaki segment donjeg ekstremiteta ima sebi specifičnu stabilizacijsku funkciju koja utječe na cjelokupno kretanje i ravnotežu tijela (12).

Jedna od metoda stabilizacije u rehabilitaciji je DNS, odnosno dinamička neuromuskularna stabilizacija, bazirana na razvojnoj kineziologiji djeteta u prvoj godini života (26).

## Okretnost

Termin okretnost dugo se nalazio na mjestu koje danas pokriva koordinacija, a kao termin i danas opstaje, no ipak je prema nekima najmanje točno određen uz stvaranje najvećih nesuglasica. Matvejev je okretnost pokušao opisati kao



složenu sposobnost koja obuhvaća koordinacijska svojstva pojedinca i odnosi se na sposobnost čovjeka da organizira kretanje pravilno, brzo i racionalno u novonastalim uvjetima (Matvejev, 1977). Može se reći da kao motorička sposobnost predstavlja mjeru koordinacije i zasniva se na motoričkom iskustvu (Kukolj, 2006) (3). S terminom okretnost usko je povezan i termin agilnost (grč.brz, okretan), koji se definira kao sposobnost ubrzavanja i usporavanja te promjene smjera tijekom kojih se zadržava dobra kontrola tijela, a brzina ostaje nepromijenjena (11). U njoj se isprepliću i koordinacija i dinamička ravnoteža te eksplozivna snaga. Neki jesmatraju jednim od tipova brzine (27), dok je prema drugima ona primarna dimenzija koordinacije (28). Ova dimenzija u značajnoj se mjeri koristi kod sportaša.

## Izjava o sukobu interesa

Autori izjavljuju da nemaju sukob interesa.

## Literatura:

1. Majkić M. (1997). Razvitak mobiliteta i stabilizacije. U: Majkić M, ur. Klinička kineziterapija. Zagreb: Inmediad.o.o, 1997, str.175.
2. Mihajlović G, Jakonić D, Kačanski I. (2011). Metodika razvoja ravnoteže kod starijih osoba ženskog spola. U: Jukić I, Gregov C, Šalaj S i sur, ur. Kondicijska priprema sportaša, Zbornik radova 9.godišnje međunarodne konferencije, Zagreb, 25. i 26.veljače 2011, str.516-519. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu i Udruga kondicijskih trenera Hrvatske.
3. Idrizović K. (2011). Što je to koordinacija? U: Jukić I, Gregov C, Šalaj S i sur, ur. Kondicijska priprema sportaša, Zbornik radova 9.godišnje međunarodne konferencije, Zagreb, 25. i 26.veljače 2011, str.28-41. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu i Udruga kondicijskih trenera Hrvatske.
4. Majkić M. (1997). Vježbe balansa. U: Majkić M, ur. Klinička kineziterapija. Zagreb: Inmediad.o.o, 1997, str.198.
5. Vučetić V, Sukreški M, Zuber D i Sporiš G. (2011). Dijagnostički postupci za procjenu razine koordinacije sportaša. U: Jukić I, Gregov C, Šalaj S i sur, ur. Kondicijska priprema sportaša, Zbornik radova 9.godišnje međunarodne konferencije, Zagreb, 25. i 26.veljače 2011, str.42-49. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu i Udruga kondicijskih trenera Hrvatske.
6. Hraski Ž, Hraski M i Stojsavljević V. (2011). Razvoj koordinacije kod djece predškolske dobi. U: Jukić I, Gregov C, Šalaj S i sur, ur. Kondicijska priprema sportaša, Zbornik radova 9.godišnje međunarodne konferencije, Zagreb, 25. i 26.vel-

- jače 2011, str.101-104. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu i Udruga kondicijskih trenera Hrvatske.
7. Espenschade AS i Eckert HM. (1967). Motor development. Columbus, OH: Merrill.
  8. Milanović D (1997). Teorija treninga. U: Milanović D, ur. Priručnik za sportske trenere. Zagreb: Fakultet fizičke kulture.
  9. Drabik J. (1996). Childrenandsportstraining: How your future championsshouldexercise to behealthy, fit andhappy. Island Pond, Vermont: Stadion Publ.
  10. Judaš M i Kostović I. (1997). Temelji neuroznanosti. Zagreb: MD, 1997.
  11. Milanović D. (2010). Teorija i metodika treninga. Zagreb: Društveno veleučilište u Zagrebu, Odjel za izobrazbu treninga, Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
  12. Šarabon N (2011). Stabilnost kao temelj mobilnosti. U: Jukić I, Gregov C, Šalaj S i sur, ur. Kondicijska priprema sportaša, Zbornik radova 9.godišnje međunarodne konferencije, Zagreb, 25. i 26.veljače 2011, str.57-62. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu i Udruga kondicijskih trenera Hrvatske.
  13. Shumway-Cook A, Anson D, Haller S. Postural sway biofeedback: its effect on establishing stance stability in hemiplegic patients. Arch Phys Med Rehabil. 1988;69:395-400.
  14. Englesko-hrvatski rječnik. (2004). Filipović R, ur. Zagreb: Školska knjiga, 2004.
  15. Krsmanović B i Berković L. (1999). Teorija i metodika fizičkog vaspitanja. Novi Sad: Fakultet fizičke kulture u Novom Sadu.
  16. Sekulić D i Metikoš D. (2007). Uvod u osnove kineziološke transformacije – Osnove transformacijskih postupaka u Kineziologiji. Split: Fakultet prirodoslovno-matematičkih znanosti i kineziologije Sveučilišta u Splitu.
  17. Nićin Đ. (2000). Antropometrijska teorija. Novi Sad: Fakultet fizičke kulture u Novom Sadu.
  18. Lephart SM i Fu FH. (2000). Proprioception and neuromuscular control in joint stability. Champaign II: Human Kinetics.
  19. Guyton AC i Hall JE. (1999). Tjelesni osjeti: I. Opća organizacija; osjetila za opip i osjetila za položaj. U: Guyton & Hall, ur. Medicinska fiziologija. Zagreb: Medicinska naklada, 1999, str.518-529.
  20. Šimek S. (2006). Promjene u rezultatima testova za procjenu motoričkih sposobnosti pod utjecajem proprioceptivnog treninga. Magistarski rad. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
  21. Jukić I, Milanović D, Vuleta D, Komes Z, Harasin D i Nakić J. (2002). Prevencijski kondicijski trening. Zbornik radova Dopunski sadržaji sportske pripreme, Zagrebački velesajam, 22-23.veljače 2002.godine.
  22. Klaričić I. (2006). Proprioceptivni trening u funkciji prevencije ozljeda koljena. Disertacija. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
  23. Zech A, Hubscher M, Vogt L, Banzer W, Hansel F i Pfeifer K. Balance training for neuromuscular control and performance enhancement: A systematic review. Journal of Athletic Training, 2010;45(4):392-403.
  24. Taube W, Gruber M, Beck S, Faist M, Gollhofer A i Schubert M. Cortical and spinal adaptations induced by balance training: correlation between stance stability and cortico-spinal activation. Acta Physiologica, 2007;189:347-358.

25. Soderman K, Werner S, Pietila T, Engstrom B i Alfredson H. Balance board training: prevention of traumatic injuries of the lower extremities in female soccer players? *J Sports Med.* 2000;8:356-363.
26. Frank C, Kobesova A i Kolar P. Dynamic neuromuscular stabilisation & sports rehabilitation. *Int J Sports Phys Ther.* 2013;8(1):62-73.
27. Čoh M. (2003). Razvoj brzine u kondicijskoj pripremi sportaša. U: Milanović D i Jukić I, ur. Kondicijska priprema sportaša, Zbornik radova međunarodnog znanstveno-stručnog skupa, Zagreb, 21. i 22. veljače 2003, str.229-238. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu; Zagrebački športski savez.
28. Metikoš D, Milanović D, Prot F, Jukić I i Marković G. (2003). Teorijske i metodičke osnove razvoja koordinacije U: Milanović D i Jukić I, ur. Kondicijska priprema sportaša, Zbornik radova međunarodnog znanstveno-stručnog skupa, Zagreb, 21. i 22. veljače 2003, str.229-238. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu; Zagrebački športski savez.