

Tanja Carli¹, Gregor Rečnik², Marko Hanc³

Okvare ledvenokrižničnega dela hrbtenice pri plesalcih klasičnega baleta

Lumbosacral Injuries in Classical Ballet Dancers

IZVLEČEK

KLJUČNE BESEDE: plesna medicina, klasični balet, hrbtenica, poškodbe

Pri plesalcih klasičnega baleta je najbolj verjeten dejavnik tveganja za poškodbo ledvenokrižničnega dela hrbtenice ledvena hiperlordoza. Na njen razvoj lahko vplivajo šibke trebušne mišice, izrazito izravnani hrbet pri poziciji *arabesque*, prekomerni izteg kolen (*genu recurvatum*) in pretirana zunanja rotacija. Med baletniki so pogoste tudi spondiloliza, spondilolisteza in zdrs medvretenčne ploščice – preobremenitvene poškodbe, ki nastanejo zaradi mikropoškodb. Moški plesalci imajo več bolečin v ledvenem delu hrbtenice zaradi nefizioloških položajev pri dvigih soplesalke ter zaradi poznejšega začetka s treningi, ki so tako pogostejši in intenzivnejši. Prekomerna vadba, prehranske omejitve in nizek indeks telesne mase so pri plesalkah vzrok za zapozneli nastop menarhe, amenorejo in zmanjšano kostno maso. Temu primerno večje je tudi tveganje za stresne zlome. Poškodbe plesalcev klasičnega baleta so javnozdravstveni problem, saj je poleg zdravstvenega stanja prizadet tudi njihov gmotni in psihosocialni status.

ABSTRACT

KEY WORDS: dance medicine, classical ballet, spine, injuries

The most likely risk factor for lumbosacral injuries in classical ballet dancers is hyperlordosis. Its development may be affected by weak abdominal muscles, holding the back too straight in the *arabesque* position, *genu recurvatum*, and excessive external rotation. Spondylolysis, spondylolisthesis and intervertebral disc herniation are all common injuries due to repetitive microtrauma. Male dancers often report having spare lumbar spine pain, probably due to conceptual and choreography design in which a proper position for lifting a female dancer cannot be achieved. Additionally, because male dancers start training at a later age, their lessons are more frequent and more intense in order for them to catch up with female dancers. Due to excessive exercise, dietary restrictions and low body mass index, female dancers seem to be more prone to delayed menarche onset, amenorrhea and reduced bone mass. This also means a greater risk for stress fractures. Injuries in classical ballet dancers are important public health issue, affecting dancers' health condition as well as their economic and psychosocial status.

¹ Asist. Tanja Carli, dr. med., univ. dipl. biol., Inštitut za fiziologijo, Medicinska fakulteta, Zaloška cesta 4, 1000 Ljubljana; carli.tanja@gmail.com

² Doc. dr. Gregor Rečnik, dr. med., Oddelek za ortopedijo, Klinika za kirurgijo, Univerzitetni klinični center Maribor, Ljubljanska ulica 5, 2000 Maribor

³ Marko Hanc, dr. med., Oddelek za ortopedijo, Splošna bolnišnica Murska Sobota, Rakičan, Ulica dr. Vrbnjaka 6, 9000 Murska Sobota

UVOD

Klasični balet je popularna oblika odrske aktivnosti, vendar fizično zelo zahtevna in v tem pogledu podobna športom (npr. tenisu), ki jih odlikuje kombinacija eksplozivnih gibov skupaj z natančno odmerjenimi udarci (1, 2). V baletu, tako kot v drugih športih, obstajata dva tipa mišično-skeletnih poškodb: akutne travmatske poškodbe in preobremenitvene netravnatske poškodbe (3). Dosedanje študije so pokazale, da je največ poškodb na spodnjih udih, in sicer na gležnju (53 %), kolku (21,6 %) in kolenu (16,1 %) (4–12). Manj pogoste so poškodbe ledvenega dela hrbtenice (9,4 %) (12–15).

Poškodbe so lahko tako hude, da plesalcu onemogočijo vadbo za več tednov, mesecev ali celo vso baletno sezono. Poškodovani plesalci pogosto ne poiščejo zdravstvene pomoči, deloma tudi zaradi izgubljenega časa za trening in nastope. Nagnjeni so k samodiagnosticiranju in samostojnemu zdravljenju, saj ne čutijo razumevanja zdravstvenih delavcev, ki pogosto ne razumejo fizičnih zahtev plesa in njegovega besedišča (16).

V tuji literaturi je pogostost in problematika poškodb ledvenokrižničnega dela hrbtenice plesalcev klasičnega baleta slabo raziskana, v slovenskem prostoru pa primerljivih podatkov ni. Namen preglednega članka je predstaviti najpogostejše okvare ledvenokrižničnega dela hrbtenice in možne mehanizme njihovega nastanka pri plesalcih klasičnega baleta. V drugem delu preglednega članka so opisani vplivi bioloških in tehničnih dejavnikov ter dejavnikov okolja na okvare ledvenokrižničnega dela hrbtenice.

KRITERIJI IDEALNE TELESNE ZGRADBE PLESALCA KLASIČNEGA BALETA

Kriteriji za idealno žensko in idealno moško telo plesalca klasičnega baleta so strogi. Kot primer navajamo antropometrične podatke raziskave telesnih dimenzij pri

poklicnih kubanskih baletnih plesalcih, starih 18–40 let. Raziskava je pokazala, da so plesalke v povprečju težke $48,9 \pm 2,4$ kg (min. 44,7–max. 52,6) in visoke $161,9 \pm 2,5$ cm (min. 157–max. 166,5), medtem ko so plesalci v povprečju teži $67,8 \pm 5,3$ kg (min. 61–max. 76,2) in visoki $176,1 \pm 3,8$ cm (min. 170,9–max. 183,4) (17).

Poleg telesne višine in telesne teže idealno telo plesalke vključuje (18):

- dolg vrat, skladen z ostalim telesom,
- majhno glavo,
- ramena, ki so širša od bokov, rahlo nagnjena naprej,
- majhne prsi,
- raven hrbet,
- vitek pas z ne predolgim in ne prekratkim trupom,
- vitka stegna, ki so enako široka kot meča,
- dolge, ravne noge z rahlim prekomernim iztegom kolen in minimalno vidno mišično maso, ter
- tanke gležnje in dolga stopala z visokim stopalnim lokom in prsti približno enake dolžine.

Idealno telo plesalca zajema (18):

- povprečno veliko glavo z dolgim vratom, skladnim z ostalim telesom,
- široka ramena z ne preveč razvito kapuasto mišico (*musculus trapezius*),
- raven hrbet,
- ozek pas,
- ne predolg ali prekratek trup,
- ozke boke in majhno zadnjico,
- dolge roke in dlani,
- rahlo večje stegenske mišice od mišic meč,
- zmerno mišično maso nog,
- ravne noge in
- dolga stopala z zmernim stopalnim lokom.

Opisana iskana videza z dolgimi, tankimi okončinami in kratkim trupom pa z biomehničnega vidika nista idealna. Dolg ud namreč na hrbet deluje kot vzvod in izvaja navor, ki preobremenjuje hrbtne in trebušne mišice, še posebej, če so šibke (8).

OKVARE LEDVENEGA DELA HRBTENICE Hiperlordoza

Hrbtenica ima pri zdravi odrasli osebi štiri krivine: vratno, prsno, ledveno in križnično. Te krivine nudijo fleksibilno podporo telesu v smislu absorpcije sil. Torakalna in sakralna krivina (kifozi) sta konkavni anteriorno, medtem ko sta vratna in lumbalna (lordozi) konkavni posteriorno (19).

Navkljub navedenim fiziološkim krivinam hrbtenice pa plesalce klasičnega baleta že od zgodnjega otroštva navajajo, da s pomočjo zadnjega dela medenice hrbet čim bolj izravnaajo. Ob tem morajo imeti dovolj močno razvite trebušne mišice (zunanja in notranja poševna trebušna mišica (*m. obliquus internus et externus abdominis*), prečna trebušna mišica (*m. rectus abdominis*) in prema trebušna mišica (*m. transversus abdominis*)), ki spuščajo rebra, dvigujejo sprednji del medeničnega obroča ter upogibajo in obračajo trup. Poleg tega s krčenjem med dihanjem pripomorejo k dvigu znotrajtrebušnega pritiska in pomagajo dolgim hrbtnim mišicam (mišični sistem *m. erector spinae*) izravnati trup in glavo. V primeru šibkih trebušnih mišic se poveča obremenitev na ledveni del hrbtenice, kar se prek razvoja hiperlordoze simptomatsko lahko kaže z bolečinami omenjenega predela (20–25). Hiperlordoza pa ni samo vzrok za bolečine, ampak tudi za poškodbe ledvenokrižničnega dela hrbtenice. K slednjim so nagnjeni predvsem mladi in neizkušeni plesalci, ki za večjo odprtost v kolku hrbet upognejo nazaj oz. se usločijo. Upogib v kolku dovoljuje sprostitve v sprednjem iliofemoralnem ligamentu in s tem omogoči največjo zunanjo rotacijo kolka. Da bi zadržali navpično lego, je potreben prekomeren izteg hrbta, kar se izrazi v hiperlordozni drži (26). Primer ekstremnega ledvenega iztega je pozicija *arabesque*. To je temeljna poza klasičnega baleta, pri kateri je prosta noga vedno podaljšana in popolnoma iztegnjena, medtem ko je noga, na kateri se stoji,

v *plieju* (polčepu) ali pa je popolnoma iztegnjena. Obe nogi sta v čim bolj odprti baletni poziciji. Medenica je rahlo nagnjena naprej, da se prosta noga lahko dvigne nad 45° in se tudi ramena lahko rahlo premaknejo naprej. Hrbet je vzravnani in rahlo uleknen, ramena so poravnana, roki sta iztegnjeni, dlani so obrnjene navzdol. Kadar se prsti proste noge dotikajo tal, je to *arabesque à terre*, kadar pa je prosta noga vzporedna s stojno nogo, pri čemer se trup nagne naprej, je to *penchée* (27).

Glede na višino noge in lego rok ter glave ločimo različne oblike pozicije *arabesque*. Prosta noga je lahko dvignjena pod kotom 45° (*à demi hauteur*) ali 90° (*à la hauteur*). Le redki plesalci so zaradi togosti sprednjih struktur, npr. iliofemoralnega ligamenta ali upogibalke kolkov, zmožni držati nogo pod kotom, večjim od 90°. Velika večina zato fiziološke omejitve telesa zakrije z nagibom medenice navzpred, kar ima za posledico prilagoditev s strani hrbtenice in/ali sklepov kolka, ki ob preveč navpični legi trupa prav tako prispeva k hiperlordozi (20). Dodatno k hiperlordozi prispeva prekomeren izteg kolen (*genu recurvatum*) (28). Slednji je v baletu zelo zaželen, saj ustvarja dodatno krivino v predelu nog ter daje videz daljše noge, vendar predstavlja strukturno nepravilnost spodnje okončine, ki vpliva na plesno tehniko, držo telesa, razvoj mišic in dovzetnost za poškodbe (29).

Odprtje v kolčnih sklepih

Odprtje v kolčnih sklepih (angl. *turnout*) je izraz za zunanjo rotacijo baletnikovih nog, pri čemer sta nogi rotirani v nasprotni smeri in obrnjeni stran od središčne linije telesa. Dejavniki, ki vplivajo na odprtje v kolčnih sklepih, so (30):

- ante- in retroverzija stegenice,
- orientacija sklepne jamice (*acetabuluma*),
- oblika glavice stegenice,
- elastičnost iliofemoralnega ligamenta in
- prožnost ter čvrstost mišično-kitnih skupin v predelu kolka.

Zaželeno zunanjo rotacijo 180° plesalec doseže s 70-stopinjsko obojestransko zunanjo rotacijo kolka, s 5-stopinjsko obojestransko zunanjo rotacijo kolena in s 15-stopinjsko obojestransko zunanjo rotacijo gležnjev (31–34). Zelo malo plesalcev ima naravno sposobnost doseganja popolnega odprtja v kolčnih sklepih. Večina zato večjo zunanjo rotacijo kolka v položaju, ki je večji od razpoložljivega pasivnega obsega giba zunanje rotacije kolka, doseže preko nagiba medeničnega obroča navzpred. To jim omogoča lega sklepne jamice, ki leži precej globlje zadaj in zgoraj (posterio-superiorn) kot zadaj in spodaj (posterio-inferiorn) (35). Obenem se s tem poveča tudi ledvena lordoza (36).

Spondiloliza in spondilolisteza

Športi, ki vključujejo ponavljajoče se iztege in rotacije lumbalnega dela hrbtenice, kot so npr. ples, umetnostno drsanje in gimnastika, so povezani z večjim tveganjem za poškodbo zadajšnjih elementov hrbtenice (37). Spondiloliza je defekt *pars interarticularis* loka vretenca, stresni zlom, ki nastane zaradi ponavljajočih se iztegov in torzij hrbtenice, pogostejše levo v predelu L5, čeprav ugotavljajo tudi določeno dedno nagnjenost, pri kateri *pars interarticularis* ne zdrži normalne obremenitve (slika 1) (38, 39).

Spondiloliza je med plesalkami trikrat pogostejša kot v splošni populaciji (40, 41). Plesalke so tudi bolj nagnjene k njenemu razvoju, ker s treningi začnejo mnogo prej kot plesalci, torej v obdobju, ko je na eni ali na obeh straneh vretenca še vedno za poškodbe občutljivejše vezivno tkivo in kost še ni v celoti formirana (16). Nezdravljena spondiloliza lahko napreduje v spondilolistezo, ki je opredeljena kot premik zgornjega vretenca nad spodnjim v sprednjo smer. Najpogostejše pride do istmične spondilolisteze na nivoju L5–S1, ki je za zdrs najbolj obremenjen del hrbtenice (slika 2) (42).

Napredovanje spondilolize v spondilolistezo je, zaradi intenzivne telesne rasti, naj-

večje v adolescenci s prevalenco do 47 %, medtem ko je le-ta pri odraslih s podobno klinično sliko ocenjena na 5 % (40, 41).

Stresne poškodbe pediklov so sicer najpogostejše povezane z unilateralno spondilolizo, a pri mladih atletih in baletnih plesalcih so znani tudi primeri izoliranih stresnih poškodb pediklov brez spondilolize (43–45).



Slika 1. Stranski RTG-posnetek ledvene hrbtenice pri 16-letnem dekletu z nezaraščanjem v predelu *pars interarticularis* – spondiloliza vretenca L5 (označeno z belo puščico).



Slika 2. Sagitalni CT-posnetek pri 29-letniku z istmično zdrsom vretenca L5 kot posledice obojestranske spondilolize (označeno z belo puščico).

Zlomi vretenc

Ponavljajoči se upogibi v spodnjem delu hrbta lahko, preko mikropoškodb sprednjih delov terminalne ploščice, privedejo do zloma telesa vretenca. Na tak način nastale mikropoškodbe so obenem tudi podlaga za razvoj Schmorlovih vozličev oz. Schmorlove hernije, tj. zdrsa sredice medvretenčne ploščice (*nucleus pulposus*) v telo vretenca (23). Klasična oblika bolezni ima v prsnem delu hrbtenice klinično opazno kifoza, ki meri 45°, in klinasto spremenjena tri zaporedna vretenca, vsako izmed njih za najmanj 5° (42). Pri plesalcih klasičnega baleta pa lahko v prsnoledveni regiji pride tudi do nastanka atipične oblike Scheuermannove bolezni, pri kateri je prizadeto predvsem eno ali dvoje vretenc, lahko pa tudi tri ali več (46).

Na razvoj stresnih zlomov vplivajo tudi neustrezna prehrana in motnje hranjenja (47). Ugotavljajo, da predvsem plesalke zaužijejo manj kot 70–80 % priporočenega dnevnega vnosa hrane in da pogosto tehtajo 10–12 % manj od idealne telesne teže (48, 49). Številne študije so pokazale tudi, da je pri plesalkah večja prevalenca t. i. ženske triade v primerjavi z ženskami v drugih športnih disciplinah (48–54). Ženska triada je kompleks treh patologij: amenoreje, motenj hranjenja in osteoporoze (55). Posledice slabe prehrane in uživanja nezadostne količine dnevnih hranil za pokritje energijskih potreb preko hipotalamusa vplivajo na menstrualni cikel in izločanje estrogena, s tem pa na kostno gostoto s povečanim tveganjem za osteoporozo in zlome (slika 3) (56, 57).

Diskogena bolečina

Zaradi delovanja vrtilnih (rotacijskih) obremenitev na medvretenčne ploščice ob prekomernem iztegu kolka nastanejo v njenem zunanem vezivnem obroču (*anulus fibrosus*) mikroraztrganine (slika 4). Sčasoma se vezivni obroč sicer lahko zaceli, vendar biomehanske lastnosti medvretenčne ploščice niso več enake. Delovanje rotacijskih



Slika 3. Sagitalni CT-posnetek hrbtenice pri 33-letni baletki z odklonilnim stališčem do zdravljenja anoreksije nervoze (bela puščica prikazuje atravmatski zlom prsnice, črne zvezdice pa serijske osteoporične prelome vretenc s posledično nerešljivo kifoza prsnoledvene hrbtenice).



Slika 4. Sagitalni MRI ledvene hrbtenice z raztrganino vezivnega obroča medvretenčne ploščice L4–L5 (visoko intenziven signal, označeno z belo puščico) pri 27-letniku z bolečino v križu.



Slika 5. Sagitalni MRI ledvene hrbtenice z zdrsom medvretenčne ploščice L4–L5 (označeno z belo puščico) pri 24-letni baletki s širjenjem bolečine v levo spodnjo okončino in akutno parezo levega stopala.

obremenitev na hrbtenico in strižnih sil na medvretenčno ploščico povzroči dodatne krožne in radialne razpoke v zunanjem vezivnem obroču in sredici medvretenčne ploščice (notranjem želatinoznem jedru). Slednji se na mestu najmanjšega odpora, kjer je zunanji vezivni obroč spremenjen in razpokan, izboči (zdrs medvretenčne ploščice) ali pod pritiskom celo izpade v hrbtenični kanal (ekstruzija in sekvestracija medvretenčne ploščice). Zaradi izbočenja medvretenčne ploščice nastane kemični nevritis sinovertebralnega nitja, ki sproži hudo bolečino in refleksni (zaščitni) krč obhrbteničnega mišičja. Če izpadli deli medvretenčne ploščice pritisnejo na živčno korenino (zdrs medvretenčne ploščice), pa nastane edem korenine ali celo okvara korenine (utesnitvena radikulopatija) (slika 5) (39).

VPLIV SPOLA, STAROSTI IN TELESNEGA TIPA NA OKVARE LEDVENOKRIŽNIČNEGA DELA HRBTENICE

Spol

Plesalci so zaradi kombinacij intenzivnih solističnih vložkov in nefizioloških položajev pri dvigih soplesalke bolj nagnjeni k poškodbam ledvenega in torakalnega dela hrbtenice ter k poškodbam ramen (58).

Starost

Poškodbe so najpogostejše v času intenzivne rasti plesalca, tj. med 8. in 12. letom pri plesalkah in 10. ter 14. letom pri plesalcih. V tem času so namreč kosti najšibkejše, kar predstavlja povečano tveganje za zlom kosti oz. za nastanek lomnih pok. Poleg tega v tem obdobju rast mehkih tkiv ne dosega hitrosti kosti. Zaradi tega so ligamenti bolj tog, mišice šibkejše, temu primerno pa manjša prožnost in koordinacija plesalca (59).

Telesni tip

Plesalci z daljšo hrbtenico imajo večja ledvena vretenca in manjše medvretenčne ploš-

čice. To jim teoretično onemogoča želeni prekomerni izteg hrbtenice, saj središče telesa preveč približajo tlom in s tem linijo *arabesque* nagnejo iz sorazmerja. Telesni tip plesalca z daljšo hrbtenico in relativno krajšimi kitami ter togimi mišicami težje dosega želeno gibljivost. Kombinacija daljšega hrbta in tesnih mišic kolčnega sklepa je pogostejša pri moških plesalcih in je lahko vzrok za bolečine v spodnjem delu hrbta. Bolečina se stopnjuje pri gibanju, zlasti kadar skušajo doseči prekomeren izteg hrbtenice pri poziciji *arabesque*. Na drugi strani pa so tudi kratka hrbtenica in ozki boki lahko vzrok za bolečine v spodnjem delu hrbta (20).

Plesalci z okroglim hrbtom imajo v ledvenem delu hrbtenice zelo oster kot, kar vpliva na druge krivulje hrbtenice. Če je namreč med plesom potrebno doseči rahel nagib medenice naprej, bo to vplivalo na fiziološke krivulje hrbtenice in povzročilo napetost v spodnjem delu hrbta (20).

VPLIV TEHNIČNIH DEJAVNIKOV IN DEJAVNIKOV OKOLJA NA OKVARE LEDVENOKRIŽNIČNEGA DELA HRBTENICE

Intenzivnost treninga

Podatki *American Guild of Musical Artist* kažejo, da imajo plesalci klasičnega baleta običajno 30 ur vaj tedensko ter uro in pol tehničnih treningov dnevno. V tednu predstav je delovnik sestavljen iz tehničnih treningov, vaj in do osem predstav v šestdnevnem tednu (60). Poleg tega je v baletu časa za kvaliteten počitek manj, ker treningi in predstave potekajo celo leto in niso vezani na določeno sezono tako kot pri sezonskih športih (61).

Plesni/-a učitelj/-ica

Neupoštevanje anatomskih omejitev, telesne šibkosti ali tehničnih napak plesalca s strani plesnega učitelja lahko doprinese k nastanku poškodb (62).

Dejavniki okolja

Dejavniki okolja, ki vplivajo na nastanek poškodb, so: neustrezni vadbeni prostori, previsoka/prenizka temperatura vadbenih prostorov in plesna površina, ki slabo absorbira šoke pri skoku (62).

ZAKLJUČEK

Telo plesalca klasičnega baleta je instrument, podvržen visokim estetskim in telesnim zahtevam, strogi disciplini, intenzivnim treningom in psihološkim pritiskom.

Doseganje kriterijev, ki so še sprejemljivi za poklic plesalca klasičnega baleta, pogosto presega fiziološke omejitve telesa posameznika in prek ponavljajočih se mikropoškodb vodi do preobremenitvenih poškodb. Med najpogostejše okvare ledvenokrižničnega dela hrbtenice sodijo ledvena hiperlordoza ter zaradi mikropoškodb nastale preobremenitvene poškodbe, in sicer spondiloliza, spondilolisteza ter zdrs medvretenčne ploščice.

LITERATURA

1. Dubravcic-Simunjak S, Pecina M, Kuipers H, et al. The incidence of injuries in elite junior figure skaters. *Am J Sports Med.* 2003; 31 (4): 511–7.
2. Allen N, Wyon M. Dance medicine: artist or athlete? *SportEx Medicine.* 2008; 35: 6–9.
3. Sobrino F. Patología crónica acumulativa por microtraumatismos de repetición: nueva definición, patogenia, clinica general, factores de riesgo, controversias. *Mapfre Med.* 2003; 14 (2): 125–33.
4. Bowerman E, Whatman C, Harris N, et al. Are maturation, growth and lower extremity alignment associated with overuse injury in elite adolescent ballet dancers? *Phys Ther Sport.* 2014; 15 (4): 234–41.
5. Hendry D, Campbell A, Ng L, et al. Effect of Mulligan's and Kinesio knee taping on adolescent ballet dancers knee and hip biomechanics during landing. *Scand J Med Sci Sports.* 2015; 25 (6): 888–96.
6. Liederbach M, Kremenic IJ, Orishimo KF, et al. Comparison of landing biomechanics between male and female dancers and athletes, part 2: influence of fatigue and implications for anterior cruciate ligament injury. *Am J Sports Med.* 2014; 42 (5): 1089–95.
7. McCormack M. Trauma to the knee in a young professional dancer. *J Dance Med Sci.* 2009; 13 (3): 93–4.
8. O'Neill BJ, Sweeney LA, Moroney PJ, et al. Atypical stress-avulsion fracture of the Lisfranc joint complex. *Foot Ankle Spec.* 2014; 7 (2): 155–8.
9. Orishimo KF, Liederbach M, Kremenic IJ, et al. Comparison of landing biomechanics between male and female dancers and athletes, part 1: influence of sex on risk of anterior cruciate ligament injury. *Am J Sports Med.* 2014; 42 (5): 1082–8.
10. Pearson SJ, Whitaker AF. Footwear in classical ballet: a study of pressure distribution and related foot injury in the adolescent dancer. *J Dance Med Sci.* 2012; 16 (2): 51–6.
11. Porter EB, Dubois MS, Raasch WG. A 17-year-old ballet dancer with medial ankle pain. *Curr Sports Med Rep.* 2010; 9 (5): 290–1.
12. Gamboa JM, Roberts LA, Maring J, et al. Injury patterns in elite preprofessional ballet dancers and the utility of screening programs to identify risk characteristics. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2008; 38 (3): 126–36.
13. Alderson J, Hopper L, Elliott B, et al. Risk factors for lower back injury in male dancers performing ballet lifts. *J Dance Med Sci.* 2009; 13 (3): 83–9.
14. Amari R, Sakai T, Katoh S, et al. Fresh stress fractures of lumbar pedicles in an adolescent male ballet dancer: case report and literature review. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2009; 129 (3): 397–401.
15. Capel A, Medina FS, Medina D, et al. Magnetic resonance study of lumbar disks in female dancers. *Am J Sports Med.* 2009; 37 (6): 1208–13.
16. Krasnow D, Kerr G, Mainwaring L. Psychology of dealing with the injured dancer. *Med Probl Perform Art.* 1994; 9 (1): 7–9.

17. Betancourt León H, Aréchiga Viramontes J, Díaz Sánchez ME, et al. Composición corporal de bailarines adolescentes de la Escuela Nacional de Ballet de Cuba. *Antropo*. 2007; 15: 23–33.
18. Warren GW. *Classical ballet technique*. Tampa: University of South Florida Press; 1989.
19. Kelc R, Kljaič N. Funkcionalna anatomija hrbtenice. In: Vogrin M, Krajnc Z, Kelc R, eds. VIII. mariborsko ortopedsko srečanje, Hrbtenica v ortopediji; 2012 Nov 9; Maribor. Maribor: samozal.; c2012. p. 13–23.
20. Gelabert R. Dancers' spinal syndromes. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1986; 7 (4): 180–91.
21. Stephens RE. The etiology of injuries in ballet. In: Ryan AJ, Stephens RE, eds. *Dance medicine: a comprehensive guide*. Chicago: Pluribus Press; 1987. p. 16–50.
22. Trepman E, Walaszek A, Micheli LJ. Spinal problems in the dancer. In: Solomon R, Minton SC, Solomon J, eds. *Preventing dance injuries: an interdisciplinary perspective*. Reston VA: American Alliance for Health, Physical Education, Recreation and Dance; 1990. p. 103–31.
23. Micheli LJ, Solomon R, Solomon J, et al. Low back pain in dancers. *Medscape* [internet]. 1999 [citirano 2015 Jan 18]; 1 (3). Dosegljivo na: <http://www.medscape.com/viewarticle/717393>
24. Kujala UM, Okansen A, Taimela S, et al. Training does not increase maximal lumbar extension in healthy adolescents. *Clin Biomech*. 1997; 12 (3): 181–4.
25. Gracovetsky S, Kary M, Pitchen J, et al. The importance of pelvic tilt in reducing compressive stress in the spine during flexion-extension exercises. *Spine*. 1989; 14 (4): 412–6.
26. Milan KR. Injury in ballet: a review of relevant topics for the physical therapist. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1994; 19 (2): 121–9.
27. Minden EG. *The ballet companion: a dancer's guide to the technique, traditions and joys of ballet*. New York: Simon & Schuster; 2005.
28. Clippinger KS. *Dance anatomy and kinesiology*. Champaign: Human Kinetics; 2007.
29. Mercedes Mushrush A. Genu recurvatum in dance training: assessing and addressing the structural deformity in dancers [diplomsko delo]. Indianapolis: Butler University; 2015.
30. Wilmerding V, Krasnow D. Turnout for dancers: hip anatomy and factors affecting turnout. *International Association for Dance Medicine and Science* [internet]. 2011 [citirano 2015 Nov 28]. Dosegljivo na: https://cymcdn.com/sites/www.iadms.org/resource/resmgr/imported/info/turnout_for_dancers_anatomy.pdf
31. Leanderson C, Leanderson J, Wykman A, et al. Musculoskeletal injuries in young ballet dancers. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2011; 19 (9): 1531–5.
32. Fu FH, Stone DA. *Sports injuries: mechanisms, prevention and treatment*. 2nd ed. Philadelphia: Lippincott, William & Wilkins; 2001.
33. Coplan JA. Ballet dancer's turnout and its relationship to self-reported injury. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2002; 32 (11): 579–84.
34. Krasnow D, Wilmerding MV, Stecyk S, et al. Biomechanical research in dance: a literature review. *Med Probl Perform Art*. 2011; 26 (1): 3–23.
35. Hald RD. Dance injuries. *Prim Care*. 1992; 19 (2): 393–411.
36. Solomon R, Brown T, Gerbino PG, et al. The young dancer. *Clin Sports Med*. 2000; 19 (4): 717–39.
37. Watkins RG. Lumbar disc injury in the athlete. *Clin Sports Med*. 2002; 21 (1): 147–65.
38. Gregory PL, Batt ME, Kerslake RW, et al. Single photon emission computerized tomography and reverse gantry computerized tomography findings in patients with back pain investigated for spondylolysis. *Clin J Sport Med*. 2005; 15 (2): 79–86.
39. Zupanc O, Šarabon N. Bolečina v križu pri športniku. *Šport*. 2004; 52 (1): 24–8.
40. Alice B, Viroslav MD. Acute injuries of the lumbar neural arch in adolescents. *Radsourse* [internet]. 2011 [citirano 2015 Apr 23]. Dosegljivo na: <http://radsourse.us/lumbar-neural-arch/>
41. Micheli LJ, Wood R. Back pain in young athletes. Significant differences from adults in causes and patterns. *Arch Pediatr Adolesc Med*. 1995; 149 (1): 15–8.
42. Herman S, Antolič V, Pavlovčič V, et al. *Ortopedija*. 2nd ed. Ljubljana: samozal.; 2006.
43. Amari R, Sakai T, Katoh S, et al. Fresh stress fractures of lumbar pedicles in an adolescent male ballet dancer: case report and literature review. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2009; 129 (3): 397–401.
44. Ireland ML, Micheli LJ. Bilateral stress fractures of the lumbar pedicles in a ballet dancer. A case report. *J Bone Joint Surg Am*. 1987; 69 (1): 140–2.
45. Parvataneni HK, Nicholas SJ, McCance SE. Bilateral pedicle stress fractures in a female athlete: case report and review of the literature. *Spine*. 2004; 29 (2): E19–21.

46. Greene TL, Hensinger RN, Hunter LY. Back pain and vertebral changes simulating Scheuermann's disease. *J Pediatr Orthop*. 1985; 5 (1): 1–7.
47. Bolin DJ. Evaluation and management of stress fractures in dancers. *J Dance Med Sci*. 2001; 5 (2): 37–42.
48. Doyle-Lucas AF, Davy BM. Development and evaluation of an educational intervention program for pre-professional adolescent ballet dancers: nutrition for optimal performance. *J Dance Med Sci*. 2011; 15 (2): 65–75.
49. Doyle-Lucas AF, Akers JD, Davy BM. Energetic efficiency, menstrual irregularity, and bone mineral density in elite professional female ballet dancers. *J Dance Med Sci*. 2010; 14 (4): 146–54.
50. Shah S. Caring for the dancer: special considerations for the performer and troupe. *Curr Sports Med Rep*. 2008; 7 (3): 128–32.
51. Salomon R, Salomon J, Cerny Minton S. Preventing dance injuries. Champaign: Human Kinetics; 2005.
52. Bull RC, Roberts WO. Bull's handbook of sports injuries. New York: McGraw-Hill; 2005.
53. Hyde TE, Gengenbach MS. Conservative management of sports injuries. Sudbury, MA: Jones and Bartlett; 2007.
54. Porter DA, Schon LC. Baxter's foot and ankle in sport. 2nd ed. Philadelphia: Elsevier Health Sciences; 2008.
55. Brunet M. Unique considerations of the female athlete. New York: Delmar Cengage Learning; 2010.
56. Bradley M, Brzycki M, Carison L, et al. The female athlete: train for success. Terre Haute, Ind.: Wish Publishing; 2004.
57. Bonci L. Sport nutrition for coaches. Champaign: Human Kinetics; 2009.
58. Twitchett E, Angioi M, Koutedakis Y, et al. Video analysis of classical ballet performance. *J Dance Med Sci*. 2009; 13 (4): 124–8.
59. Children's Hospital Colorado, Orthopedics Institute [internet]. Aurora: Children's Hospital Colorado; c2015 [citirano 2015 Nov 29]. Dosegljivo na: <http://orthopedics.childrenscolorado.org/sports-medicine-injuries/sports-injuries-we-treat/dance>
60. American Guild of Musical Artists [internet]. New York: American Guild of Musical Artists; c2007 [citirano 2014 Dec 2]. Dosegljivo na: http://www.musicalartists.org/agreements_dance.html
61. Russell JA. Preventing dance injuries: current perspectives. *J Sports Med*. 2013; 4: 199–210.
62. Howse J. Dance technique and injury prevention. New York: Routledge; 2000.