

Arh. hig. rada, 21 (1970) 111.

ADAPTACIJA, FUNKCIJA I POVREDE GORNJEG I DONJEG NOŽNOG ZGLOBA BALETNIH PLESAČA

B. ZIMMERMANN i V. NIKOLIĆ

Traumatološka bolnica, Zagreb i Anatomijski institut »Drago Perović«, Zagreb

(Primljeno 3. IU 1969)

Pokreti širokog raspona i dugotrajno opterećenje stopala u nefiziološkom položaju u baletu dovode nakon više godina do brojnih promjena u morfologiji i funkciji stopala. Autori su na rendgenskim slikama nožnih zglobova i tarzalnih kostiju 50 baletnih plesača (32 balerine i 18 plesača) s plesničkim stažom duljim od 10 godina proučavali promjene na tarzalnim kostima. U kontrolnoj grupi nalaze se 32 žene i 18 muškaraca koji se nikada nisu bavili baletom. Ispitanici kontrolne grupe iste su dobi i težine kao i baletni plesači.

Najizraženije promjene opažene su na talusu koji je u baletnih plesača kraći i jače savijen nego u osoba kontrolne grupe. Slične promjene vide se na petnoj, čunastoj i kuboidnoj kosti. Mjerenjem maksimalne plantarne i dorzalne fleksije te everzije i inverzije stopala, autori su željeli vidjeti kako se morfološke promjene tarzalnih kostiju i ligamenata reflektiraju na pokretljivost nožnih zglobova. Najveća razlika u odnosu na kontrolnu grupu vidi se pri plantarnoj fleksiji stopala. Pokretljivost zglobova povećava se u svim pokretima za nekoliko stupnjeva nakon zagrijavanja ili plesa.

Većina povreda potkoljenice i stopala nastalih u baletu, koje su autori ustanovili anketiranjem 60 baletnih plesača, odnosi se na povrede ligamenata, tetiva i zglobne čahure, dok su povrede kostiju razmjerno rijetke. U baletnih plesača vrlo je često spušten uzdužni i poprečni svod stopala a često se vide i artroze nožnih zglobova. Promjene i oštećenja kostiju i zglobova stopala zavise od konstitucionalne forme stopala i duljine plesa.

Baletni plesači izvode još od rane mladosti konstantne, višesatne i naporene vježbe. U prosjeku, oni počinju plesati između 7. i 10. godine života; no, do potpune izgradnje baletnog plesača mora proći barem 8 do 10 godina svakodnevne vježbe. Baletni plesači vježbaju prosječno 5 do 6 sati dnevno. Za vrijeme vježbi i plesa dominiraju pokreti tijela i

zglobova izvanredno velikog raspona, zatim skokovi i posebne baletne figure stopala, kao npr. »sur les points« (na prstima), »sur les demi-points« (na poluprstima), »en dehors« (abdukcija stopala) itd.¹ Ti pokreti, kao i dugotrajno zadržavanje stopala u nefiziološkom položaju dovode nakon više godina do brojnih promjena u morfologiji i funkciji nožnih zglobova. Adaptacione i funkcionalne promjene u području stopala biti će to izraženije što je plesač u mlađoj dobi započeo vježbati: jer do završetka razvoja i rasta lokomotornog aparata ostaje toliko veći broj godina.^{2, 3, 4}

UZORAK I METODE

Promjene na kostima donjeg dijela potkoljenice i stopala proučavali smo na rendgenskim slikama slikanim u latero-lateralnoj i antero-posteriornoj poziciji te na ciljanim rendgenskim slikama gornjeg nožnog zgloba. U tu svrhu slikali smo 50 baletnih plesača Baletnog ansambla Hrvatskog narodnog kazališta, i to 32 plesačice i 18 plesača. Dob balerina kretala se između 19 i 38 godina (srednja dob 26,4 godine) a dob plesača između 20 i 48 godina (srednja dob 30,4 godine). Plesački staž svih ispitanika dulji je od 10 godina i kreće se u rasponu od 10 do 30 godina. Prosječni staž svih plesača iznosi 16,2 godine. Plesači su započeli s plesom (uključujući i baletnu školu): muškarci između 8. i 19. godine, a žene između 5. i 16. godine; dakle, pretežno u vrijeme intenzivnog razvoja kostiju. Na rendgenskim slikama mjerili smo dimenzije, indeks i inklinaciju talusa te debljinu navikularne kosti. Ista mjerenja vršili smo i na rendgenskim slikama nogu ispitanika kontrolne grupe koje su slikane u istovjetnim uvjetima kao i u baletnih plesača. Kontrolna grupa sastoji se od 32 žene i 18 muškaraca koji se nikada nisu bavili baletom. Ispitanici kontrolne grupe iste su dobi i težine kao i baletni plesači. Pokretljivost stopala mjerili smo samo kod plesača koji su započeli s plesom prije dvanaeste godine života. Povrede potkoljenice i stopala u baletu ustanovili smo pregledom bolesničkih kartona i anketiranjem 60 plesača, i to: 38 balerina i 22 baletana. Oni imaju također više od 10 godina baletnog staža.

REZULTATI I DISKUSIJA

Najopterećenija je od svih tarzalnih kostiju, bez sumnje, gležanjska kost (talus) jer prima svu težinu tijela s potkoljenice i prenosi je, dijelom, na petnu kost (calcaneus) a, dijelom, na prednji dio stopala. Zato su i adaptacione promjene na talusu najizraženije. Većina tih promjena nastaje kao posljedica dugotrajnog opterećenja gležanjske kosti u položaju na prstima ili poluprstima. U tom se položaju opterećenje s potkoljenice prenosi na stražnji dio gležanjske kosti a odavde se gotovo sva težina tijela prenosi u pravcu uzdužne osovine talusa pretežno na čunastu



Sl. 1. *Latero-lateralna rendgenska slika gornjeg i donjeg nožnog zgloba u položaju «sur les points». Desna noga balerine u dobi od 36 godina s 29 godina plesачkog staža*



kost. To nam objašnjava zašto je talus u baletnih plesača znatno kraći nego u kontrolnoj grupi. Skraćenje nastaje najvećim dijelom na račun vrata talusa.

Zapazili smo i da je talus plesača jače savijen u odnosu na kontrolnu grupu a postoje i značajne promjene u trabekularnoj građi te kosti. Obujam valjka gležanjske kosti veći je u grupi baletnih plesača.

Posljedica djelovanja istih kompresivnih sila je i spljoštena čunasta kost te na profilnoj rendgenskoj slici stopala izgleda kao znatno uža.

I na petnoj kosti – kalkaneusu postoje karakteristične promjene u grupi baletnih plesača. Ta je kost u plesača znatno masivnija, promijenjene trabekularne strukture, debljih gredica; ima jako izražene i duboke brazde za prolaz tetiva, osobito peronealnih mišića te jako čvrst podržac gležanjske kosti (sustentaculum talare) (sl. 1). Slične promjene postoje i na kuboidnoj kosti, ali u manjoj mjeri.

Da bismo odgovorili na pitanje kako se opisane promjene reflektiraju na pokretljivost gornjeg i donjeg nožnog zgloba, mjerili smo plantarnu i dorzalnu fleksiju te inverziju i everziju baletnih plesača prije i nakon zagrijavanja. Te rezultate komparirali smo s rezultatima mjerenja istih pokreta kontrolne grupe neplesača.

Na prikazanom dijagramu (sl. 2) vidimo da je razlika u plantarnoj fleksiji između baletnih plesača i neplesača kontrolne grupe znatna, kako u ekstremnim granicama, tako i u srednjim vrijednostima. Značajnost te razlike mogli smo dokazati i χ^2 testom. Ta razlika dolazi još više do izražaja nakon zagrijavanja.

Dorzalna je fleksija, međutim, u baletnih plesača manja nego u kontrolnoj grupi a doseže vrijednost kontrolne grupe tek nakon zagrijavanja. Izgleda da veći dio povećane plantarne fleksije baletnih plesača ide na račun dorzalne fleksije.

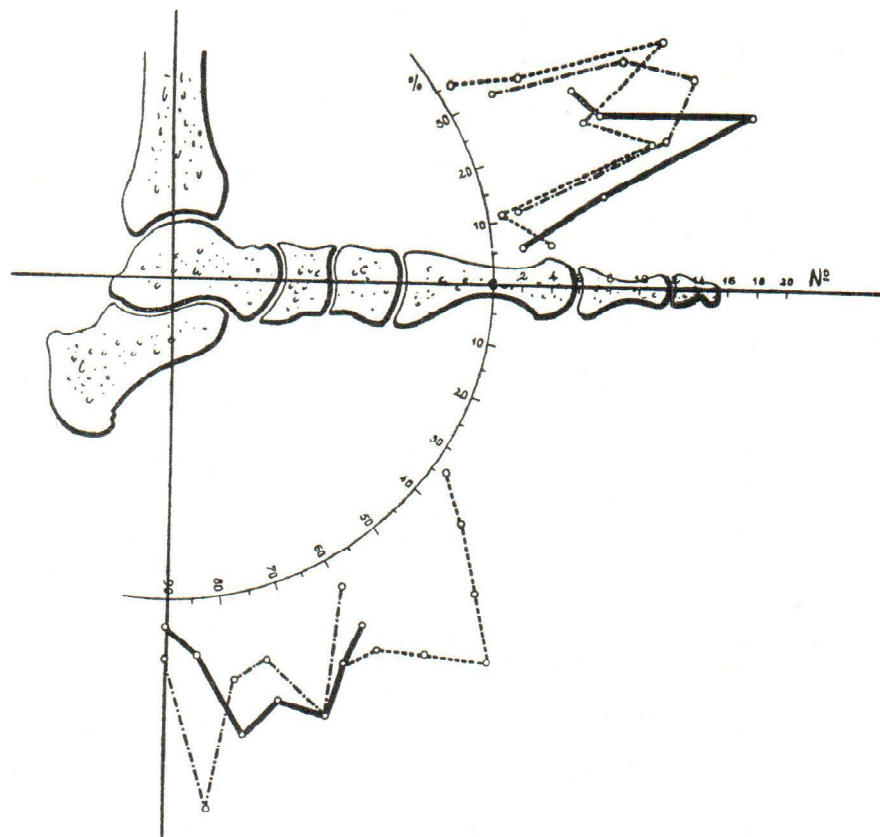
Everzija stopala baletnih plesača veća je u odnosu na kontrolnu grupu tek nakon zagrijavanja, dok taj pokret nezagrijanih plesača odgovara kontrolnoj grupi.

Pri pokretu inverzije, bez obzira na zagrijavanje, ne postoje značajnije razlike u odnosu na kontrolnu grupu. Čak je inverzija nezagrijanih plesača nešto manja od inverzije grupe, ali nakon zagrijavanja doseže normalne vrijednosti kontrolne grupe.

Ukupni raspon pokreta u gornjem nožnom zglobu baletnih plesača (plantarna plus dorzalna fleksija) povećan je u odnosu na kontrolnu grupu. Dakle, povećanje plantarne fleksije ne ide u cijelosti na račun dorzalne fleksije. Čak nam ni eventualno rastegnuće ligamentarnog aparata ne može objasniti tu pojavu. Objlašnjavamo je povećanom inklinacijom (pregnućem) talusa i većim obujmom trohleje talusa (trochlea tali).

U baletu nožni su zglobovi najopterećeniji kod skokova pa je i razumljivo da se većina povreda nožnih zglobova odnosi na povrede ligamentnog aparata, tetiva, zglobnih čahura, a razmjerno rijetko te su povrede praćene i povredama kostiju. U etiologiji tih povreda važnu ulogu igraju dva osnovna faktora: pogreške u tehnici plesa i nedovoljno zagrijavanje prije plesa. Pri osnovnim baletnim figurama nožnog zgloba zbog loše

tehnike dolazi do neadekvatnih opterećenja ligamentnog aparata, zglobnih čahura i mišića što uvjetuje zamor.⁵ Ipak, i kod plesača s dobrom tehnikom može uslijed dugotrajnog i napornog plesa koji uzrokuje umor i gubitak koncentracije doći do istog efekta.



Sl. 2. Grafički prikaz maksimalne dorzalne i plantarne fleksije u gornjem nožnom zglobu baletnih plesača prije plesa (puna crta), iza plesa (crta - tačka) i u istom zglobu kontrolne grupe (crtkano). Mjerena su vršena na 26 balerina i 10 plesača, koji imaju više od 10 godina plesачkog staža i koji su s plesom započeli prije dvanaeste godine života. U kontrolnoj grupi nalazi se 26 žena i 10 muškaraca iste dobi i težine kao i baletni plesači

U želji da postigne što efektivniji položaj stopala, a često uz nedovoljno zagrijavanje, plesač maksimalno napreže mišićni i ligamentni aparat. Kao što se iz dijagrama vidi (sl. 2), željeni položaj stopala u plantarnoj fleksiji postiže se znatno lakše nakon zagrijavanja.



Sl. 3. Lijevo stopalo balerine u dobi od 34 god. sa 17 godina plesачkog staža. Iza i ispod lateralnog maleola vidi se otok što je posljedica tendovaginitisa u području tetiva peronealnih mišića

Pri naglom pokušaju maksimalne plantarne fleksije, a uslijed nedovoljnog zagrijavanja dolazi do većih ili manjih parcijalnih ruptura na granici mišića i tetive, i na prelazu troglavog mišića lista u Ahilovu tetivu. Rupture same Ahilove tetive u našem su materijalu, kao i u literaturi, rijetkost.

Vrlo često vidamo u području tetivnih kanala iza medijalnog i lateralnog maleola pojavu tendovaginitisa (sl. 3) uzrokovanog ponavljanim mikrotraumama tetiva i tetivnih ovojnica. Takve kronične upale često dovode do stvaranja pravih higroma.

Također su vrlo česte distorzije nožnih zglobova. Većinom se radi o distorzijama I i II stupnja. Ako se distorzije često ponavljaju a nedo-

Tablica 1.

Dimenzije i inklinacija gležnajske kosti te debljina čunaste kosti baletnih plesača u usporedbi s kontrolnom grupom

| Opis nalaza | | | Baletni plesači | | | Kontrolna grupa | | |
|----------------------------------|--------|--------|-----------------|--------|------|-----------------|-------|------|
| | | | \bar{X} | R | s | \bar{X} | R | s |
| Duljina talusa kao cjeline u mm | muški | desno | 64,30 | 60-67 | 2,14 | 66,4 | 58-73 | 4,00 |
| | | lijevo | 64,00 | 60-67 | 2,14 | 66,14 | 60-76 | 4,02 |
| | ženski | desno | 55,50 | 50-62 | 3,60 | 59,4 | 56-65 | 2,30 |
| | | lijevo | 55,90 | 50-62 | 3,80 | 59,8 | 55-64 | 3,39 |
| Duljina vrata talusa u mm | muški | desno | 17,16 | 15-20 | 1,65 | 20,0 | 15-25 | 2,82 |
| | | lijevo | 17,14 | 15-20 | 1,72 | 21,7 | 14-25 | 2,90 |
| | ženski | desno | 15,09 | 12-19 | 1,81 | 18,6 | 16-23 | 2,30 |
| | | lijevo | 15,00 | 12-19 | 1,83 | 18,8 | 15-24 | 2,50 |
| Duljina valjka talusa u mm | muški | desno | 56,70 | 52-60 | 2,24 | 49,43 | 43-57 | 3,81 |
| | | lijevo | 56,85 | 53-62 | 2,22 | 50,57 | 42-58 | 3,90 |
| | ženski | desno | 49,60 | 44-56 | 2,91 | 47,18 | 42-50 | 3,70 |
| | | lijevo | 49,20 | 44-56 | 2,80 | 43,85 | 40-48 | 3,70 |
| Duljina navikularne kosti u mm | muški | desno | 13,30 | 11-17 | 1,59 | 16,60 | 14-25 | 1,55 |
| | | lijevo | 13,70 | 11-17 | 1,50 | 16,92 | 15-25 | 1,50 |
| | ženski | desno | 12,50 | 11-15 | 1,50 | 16,30 | 14-21 | 1,50 |
| | | lijevo | 12,15 | 10-14 | 1,57 | 16,50 | 15-22 | 1,50 |
| Inklinacija talusa u stupnjevima | muški | desno | 90 | 80-90 | 3,2 | 80,3 | 70-85 | 2,9 |
| | | lijevo | 91 | 80-90 | 3,1 | 81 | 70-85 | 2,8 |
| | ženski | desno | 91,2 | 84-100 | 3,4 | 84 | 75-87 | 2,7 |
| | | lijevo | 91 | 83-100 | 3,3 | 84 | 70-90 | 2,7 |

Mjerenja su izvršena na rendgenskim slikama 32 plesačice i 18 plesača s plesачkim stažom većim od 10 godina. U kontrolnoj grupi nalaze se 32 žene i 18 muškaraca koji se nikada nisu bavili plesom. Ispitanici kontrolne grupe iste su dobi i težine kao i baletni plesači. \bar{X} - srednja vrijednost, R - raspon krajnjih vrijednosti, s - standardna devijacija.

Tablica 2
Anketa o povredama potkoljenice, stopala i nožnih zglobova baletnih plesača u toku posljednjih 5 godina

| | plesačice | plesači | ukupno |
|--|-----------|---------|--------|
| Baletni plesači u kojih nisu registrirane povrede u području potkoljenice, stopala i nožnih zglobova | 15 | 3 | 18 |
| Baletni plesači samo s jednom povredom u području potkoljenice, stopala i nožnih zglobova | 8 | 7 | 15 |
| Baletni plesači s dvije ili više povreda u području potkoljenice, stopala i nožnih zglobova | 15 | 12 | 27 |
| Ukupno anketiranih baletnih plesača | 38 | 22 | 60 |

voljno liječe, dolazi do pojave labavih zglobova. Tako nastaje circulus vitiosus: labavi zglob omogućuje nove distorzije koje opet dovode do nove labavosti zgloba.

Tablica 3
Popis povreda potkoljenice, stopala i nožnih zglobova registriranih kod 42 od 60 anketiranih baletnih plesača u toku posljednjih pet godina

| Vrsta povrede | Broj povreda | | |
|--|--------------|---------|--------|
| | plesačice | plesači | ukupno |
| Raskid troglavog mišića potkoljenice | 3 | 1 | 4 |
| Raskid Ahilove tetive | 2 | — | 2 |
| Upala tetivnih ovojnica zbog prenaprezanja i sumacije mikropovreda | 10 | 6 | 16 |
| Uganuća nožnih zglobova I i II stupnja: | | | |
| a) jednokratna uganuća | 6 | 3 | 9 |
| b) opetovana uganuća | 17 | 25 | 42 |
| Prijelomi i povrede kostiju: | | | |
| a) otrgnuće hvatišta ligamenata i tetiva | 4 | 2 | 6 |
| b) prijelom prve metatarzalne kosti | | 1 | 1 |
| c) prijelom pete metatarzalne kosti | | 1 | 1 |
| Ukupno povreda u području potkoljenice, stopala i nožnih zglobova | 42 | 39 | 81 |

Prijelomi nastali kod baletnog plesača u području nožnih zglobova su rijetki, a najčešće se javljaju u vidu avulzija na hvatištima ligamenata.

Brojne mikrotraume tokom mnogo godina napornog plesa dovode do promjena na hrskavicama zglobnih tijela obaju nožnih zglobova, što rezultira većim ili manjim artroznim promjenama. Spuštena stopala veoma su česta u baletnih plesača. Takav statički deformitet, nastao najvećim dijelom kao posljedica dugotrajnog opterećenja u položaju »en dehors«, još više doprinosi nastajanju i razvoju artroznih promjena nožnih zglobova.

Ovom prilikom ne spominjemo povrede koštanog i ligamentnog aparata nastale uslijed direktnog djelovanja jače sile, kao što se to događa kod pada ili atipično izvedenih skokova, iako i pravilno izvedeni skokovi mogu dovesti do prijeloma bazalnih falangi i metatarzalnih kostiju.

Osim spomenutih uzroka povreda nožnog zgloba baletnih plesača, ne smijemo zaboraviti na konstitucionalnu formu stopala. Kratko i široko stopalo mnogo je čvršće i otpornije od uskog i dugačkog stopala koje je, iako ljepše po formi, znatno češće izloženo povredama. Ako je stopalo dobre konstitucionalne forme i ako je ples rano započet, stopalo se postepeno adaptira na velike napore pa su povrede i kasnije artrozne promjene manje a funkcija uz dobro zagrijavanje bolja.

Literatura

1. Sparger, C.: Anatomy and Ballet, A. and Ch. Black, London, 1960.
2. Nikolić, U. i Zimmermann, B.: Radovi Med. fak. u Zagrebu 16/2 (1968) 131.
3. Nikolić, U. i Zimmermann, B.: 26. Convegno Soc. Ital di anatomia e 11. kongres Udruženja anat. Jug., Genova, str. 53, 1967.
4. Maškara, K. J.: Arh. anat. gistol. embriol., 38, (1960) 93.
5. Sečеров, D.: 5. kongres Udruženja anatomia Jug. Beograd, 1961. i Acta anat. 49 (1962), 381.
6. Chapchal, G.: Praxis, 55 (1966) 191.

Summary

ADAPTATION, FUNCTION AND INJURIES OF THE UPPER AND LOWER FOOT JOINT IN BALLET DANCERS

Ample movements and the permanent loading of feet in the nonphysiological position in ballet dancers bring about multiple morphological and functional changes in the course of years. The authors studied the changes in the tarsal bones of fifty ballet dancers (32 female and 18 male dancers) with dancing experience of more than ten years by means of X-rays of the ankles and tarsal bones. The control group consisted of 32 females and 18 males of the corresponding age and weight who had never been ballet dancers. The changes were most pronounced in the talus, which was shorter and more bowed in dancers than in the control group. Similar changes were found in the calcaneal, navicular and cuboid bone. By measuring the maximal plantar and

dorsal flexions as well as the eversion and inversion of the feet, the authors tried to find out how the morphological changes of the tarsal bone and ligaments affect the mobility of ankle joints. In comparison with the control group the most striking difference was observed in the plantar flexion of the foot. The mobility of joints increased by several degrees in all movements after exercising or dancing.

Most injuries of the lower part of the leg and foot in ballet dancers relate to ligaments, tendons and joint capsules, while bone injuries occur more rarely. Very often the transverse and longitudinal arches are lowered and arthritic changes observed in foot joints. The changes and injuries of the tarsal bone and foot joints depend upon the constitutional form of the foot and the duration of the dancing period.

*Traumatology Hospital and the Institute
of Anatomy, Medical Faculty, Zagreb*

*Received for publication
April 3, 1969.*