

# Analiza pokreta u baletu s ciljem utvrđivanja preporuka i smjernica prevencije ozljeda

---

**Bačurin, Dora**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2021**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:235:523673>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-12-24**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# ZAVRŠNI RAD

**Dora Bačurin**

Zagreb, 2021.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# ZAVRŠNI RAD

Mentor:

Prof. dr. sc. Aleksandar Sušić, dipl. ing.

Student:

Dora Bačurin

Zagreb, 2021.

Izjavljujem da sam ovaj rad izradila samostalno koristeći znanja stečena tijekom studija i navedenu literaturu.

Zahvaljujem se mentoru na vodstvu i obitelji na podršci tijekom školovanja.

Dora Bačurin



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
**FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE**



Središnje povjerenstvo za završne i diplomske ispite  
Povjerenstvo za završne ispite studija strojarstva za smjerove:  
procesno-energetski, konstrukcijski, brodstrojarski i inženjersko modeliranje i računalne simulacije

Sveučilište u Zagrebu Fakultet strojarstva i brodogradnje	
Datum	Prilog
Klasa: 602 - 04 / 21 - 6 / 1	
Ur.broj: 15 - 1703 - 21 -	

## ZAVRŠNI ZADATAK

Student: **Dora Bačurin** Mat. br.: 0035211341

Naslov rada na hrvatskom jeziku: **Analiza pokreta u baletu s ciljem utvrđivanja preporuka i smjernica prevencije ozljeda**

Naslov rada na engleskom jeziku: **Analysis of movement in ballet to determine the guidelines and recommendations of injury prevention**

Opis zadatka:

Balet je umjetnost koja postavlja iznimno visoke zahtjeve neophodnih vještina izvođenja pokreta, živčano-mišićne koordinacije, pokretljivosti u zglobovima odnosno cjelovite funkcionalne pripremljenosti. Nažalost, ovakva razina naprezanja ljudskog lokomotornog sustava donosi i čitav niz posljedica, akutne i kronične prirode. Također, ograničenja koja proizlaze iz umjetničkog, tradicijskog te konzervativnog stava prema opremi, odnosno obući i odjeći koja se gotovo ne mijenja vremenom, dodatno doprinose etiologiji ozljeda donjih ekstremiteta. Nadalje, iznimno je malo istraživanja provedeno o biomehanici pokreta, osobito s aspekta analize uzroka pojave ozljeda donjih ekstremiteta, njihove patologije, te uvjeta u kojima dolazi do pojave ozljeda.

Cilj rada je da se uočenom problemu pristupi ergonomijski, odnosno da se provedbom ergonomijske analize obuhvate i razmotre svi utjecajni čimbenici, s namjerom utvrđivanja preporuka i smjernica prevencije ozljeda.

U radu je potrebno:

- Prikazati pokrete u baletu koji dovode do ozljeda donjih ekstremiteta, odnosno njihovu etiologiju;
- Provesti ergonomijsku analizu, izvršiti procjene opterećenja – napora pri izvođenju pokreta u baletu, uz kritički osvrt na pogreške pri njihovom izvođenju;
- Analizom utvrditi utjecajne čimbenike za smanjenje rizika od prenaprezanja i ozljeda;
- Navesti zaključke provedene analize i utvrđene preporuke i smjernice prevencije ozljeda, te komentirati postoje li mogućnosti za unaprjeđenje sustava prevencije, uvođenja zaštitnih dijelova opreme kao i sve drugo što može dati doprinos sigurnijem izvođenju pokreta u baletu.


Opseg ergonomijske analize dogovoriti tijekom izrade rada. Tekst rada izraditi pomoću računala. U radu navesti korištenu literaturu, kao i eventualno dobivenu pomoć.

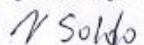
Zadatak zadan:  
30. studenoga 2020.

Datum predaje rada:  
**1. rok:** 18. veljače 2021.  
**2. rok (izvanredni):** 5. srpnja 2021.  
**3. rok:** 23. rujna 2021.

Predviđeni datumi obrane:  
**1. rok:** 22.2. – 26.2.2021.  
**2. rok (izvanredni):** 9.7.2021.  
**3. rok:** 27.9. – 1.10.2021.

Zadatak zadao:

  
Izv. prof. dr. sc. Aleksandar Sušić

Predsjednik Povjerenstva:  
  
Prof. dr. sc. Vladimir Soldo

## SADRŽAJ

POPIS SLIKA .....	II
POPIS TABLICA.....	III
SAŽETAK.....	IV
SUMMARY .....	V
1. UVOD.....	1
2. NAJČEŠĆE PLESNE OZLJEDE.....	2
4.1. Ozljede profesionalnih i neprofesionalnih plesača.....	2
4.2. Ozljede stopala i gležnja .....	2
4.2.1. Sindrom stražnjeg sraza gležnja .....	4
4.2.2. Sindrom prednjeg sraza gležnja .....	4
4.3. Ozljede koljena.....	5
4.3.1. Uganuće koljena.....	5
4.4. Ozljede kuka.....	6
4.4.1. Hiperlordoza.....	6
3. BIOMEHANIKA BALETNIH POKRETA .....	8
2.1. <i>Plie-releve</i> .....	11
2.1.1. Smjernice za pravilno izvođenje pokreta <i>plie-releve</i> .....	14
2.2. <i>Tandue</i> .....	15
2.2.1. Smjernice za pravilno izvođenje pokreta <i>tandue</i> .....	15
2.3. <i>Pirouette</i> .....	16
2.3.1. Smjernice za pravilno izvođenje pokreta <i>pirouette</i> .....	17
2.4. Skokovi.....	17
2.4.1. Smjernice za pravilno izvođenje skokova.....	19
4. BALETNA OPREMA .....	22
3.1. Ergonomija baletnih papučica .....	23
3.2. Utjecaj nove i iznošene baletne obuće na biomehaniku stopala i nogu .....	26
3.3. Utjecaj vrste plesne obuće na reakcijske sile plesne podloge .....	28
5. ČIMBENICI NASTANKA OZLJEDA .....	30
5.1. Utjecaj plesne podloge .....	30
5.2. Plesanje kroz bol .....	31
5.3. Dob, spol i psihološko stanje plesača.....	32
5.4. Klinička skrb i liječnički pristup plesnim ozljedama .....	33
6. TRAJNE PROMJENE NA KOŠTANO-MIŠIĆNOJ STRUKTURI.....	34
7. ZAKLJUČAK.....	37
LITERATURA.....	39

## POPIS SLIKA

Slika 1.	Pet osnovnih baletnih pozicija [5] .....	8
Slika 2.	Promjene pokreta <i>Arabesque</i> na punom stopalu kroz godine [6] .....	10
Slika 3.	Promjene pokreta <i>Arabesque</i> na prstima kroz godine [6] .....	10
Slika 4.	Promjene pokreta <i>Developpe</i> iz druge pozicije na prstima kroz godine [6].....	10
Slika 5.	Prikaz poluga druge klase u gležnju prilikom plantarne fleksije i dorzifleksije [7] .....	11
Slika 6.	<i>Demi-plie</i> u prvoj poziciji [8] .....	12
Slika 7.	<i>Releve</i> u prvoj poziciji [8] .....	12
Slika 8.	Rendgenska slika gležnja u položaju na prstima [9] .....	13
Slika 9.	Faze <i>tandue</i> pokreta [11] .....	15
Slika 10.	Faze pokreta <i>Pirouette</i> [12] .....	16
Slika 11.	<i>Grand jete</i> [15] .....	18
Slika 12.	Prikaz vlačnih sila u mišićnim skupinama tijekom <i>demi-plie</i> [16] .....	20
Slika 13.	Prikaz nepravilnog doskoka [15].....	21
Slika 14.	Baletne špice [18].....	22
Slika 15.	Poprečni presjek špice [20] .....	23
Slika 16.	Dodatna oprema [18].....	24
Slika 17.	Proces slamanja špice [21] .....	25
Slika 18.	Ušiveni rubovi vrha špice [21] .....	25
Slika 19.	Prikaz kuta između potkoljenice i ispruženog stopala (lijevo) te kut između metatarzalnih kosti i kosti pete (desno) [22] .....	26
Slika 20.	Grafički prikaz iznosa kuta između metatarzalnih kosti i kosti pete u novim i iznošenim špicama [22].....	27
Slika 21.	Grafički iznos kuta između potkoljenice i ispruženog stopala u novim i iznošenim špicama [22] .....	27
Slika 22.	Konstrukcija Harlequin WoodSpring poda [27] .....	31
Slika 23.	Grafički prikaz maksimalne dorzalne i plantarne fleksije gležnja baletnih plesača prije plesa (puna crta), nakon plesa (crta-točka) te kontrolna grupe (crtkano) [33] .....	35
Slika 24.	Usporedba rezultata baletnih plesača i kontrolne grupe [34] .....	36

## POPIS TABLICA

Tablica 1. Iznosi srednje vrijednosti i standardne devijacije pritiska na četiri područja stopala izražen u kPa za stajanje u poziciji na prstima [10] .....	14
Tablica 2. Iznosi srednje vrijednosti i standardne devijacije reakcijskih sila izražene u tjelesnoj masi za skokove <i>grand jete</i> , <i>saute</i> iz prve i <i>saute</i> iz pete pozicije [10] .....	18
Tablica 3. Iznosi srednje vrijednosti i standardne devijacije pritiska na tri područja stopala izražen u kPa za skok <i>saute</i> iz prve pozicije [10].....	19
Tablica 4. Srednja vrijednost i standardna devijacija maksimalne reakcijske sile u mekim papučicama i špicama, te vertikalna visina skoka [25] .....	29



## **SAŽETAK**

Ozljede se javljaju u svim sportovima, a cilj ovog rada je analizirati njihovu pojavu u baletu. Koji su sve čimbenici koji utječu na njihovu pojavu i kako ih smanjiti na minimum? Balerine počinju plesati od malih nogu, pa se analizom treba krenuti od njihovih prvih doticaja sa plesom. Glavni utjecaj na plesače u mladim danima imaju njihovi pedagozi koji ih podučavaju osnovnim tehnikama. Ako pedagog nije osvješten o svim opasnostima s kojima se plesači susreću, velika je vjerojatnost da će plesači ili krivo naučiti neke od tehnika, čime im se znatno povećava vjerojatnost nastanka ozljeda, ili će se već na početku školovanja ozljediti. U sklopu plesnog školovanja, ključno je u nastavni plan uključiti i predmete poput anatomije kako bi plesači bolje razumjeli građu i biomehaniku svog tijela. Ova znanja moguće je primijeniti u plesu, ali i ako dođe do ozljeda, plesač će lakše komunicirati sa liječnikom ili terapeutom. Kako plesači odrastaju, intenzitet vježbi sukladno tome raste. Mijenja se i baletna oprema koja također ima značajni utjecaj na nastanak ozljeda. Baletne špice postaju opasnost ukoliko tehnika izvođenja vježbi nije pravilna ili ukoliko špice postanu previše iznošene pa ne podržavaju stopalo u dovoljnoj mjeri. Kako bi se ozljede svele na minimum, plesači moraju imati i dobru propriocepciju svoje okoline, pod na kojem plešu trebao bi apsorbirati udarce, a bliska okolina ne bi smjela sadržavati prepreke ili opasnije rekvizite. Tijekom izvođenja pokreta plesači moraju biti svjesni svojih mogućnosti i sukladno tome prilagoditi svoje izvedbe.

Ključne riječi: balet, ozljede, anatomija, baletne špice

## **SUMMARY**

Injuries appear in every sport, and the goal of this thesis is to analyse injuries in ballet. What are all the factors that affect their occurrence and how to reduce them to a minimum? Ballerinas start dancing at a very young age, so the analysis should start from their first contact with dance. The main influence on dancers in their youth is their educator who teaches them basic techniques. If the educator is not aware of all the dangers that dancers face, it is very likely that dancers will either learn some of the techniques incorrectly, which significantly increases the likelihood of injury, or will be injured at the very beginning. As part of dance education, it is crucial to include subjects such as anatomy in the curriculum so that dancers can better understand the structure and biomechanics of their body. This knowledge can be applied in dance, so even if injuries occur, the dancer will find it easier to communicate with a doctor or therapist. As dancers grow older, the intensity of the exercises increases accordingly. Ballet equipment is also changing, which is another significant influence on the occurrence of injuries. Pointe shoes can become a danger if the technique of performing the exercises is not correct or if the pointe shoe becomes too worn out and does not support the foot sufficiently. In order to minimize injuries, dancers must also have a good proprioception of their surroundings, the floor on which they dance should absorb shocks, and the close environment should not contain obstacles or more dangerous props. During the performance of the movement, the dancers must be aware of their abilities and adjust their performances accordingly.

Key words: ballet, injuries, anatomy, pointe shoes

## **1. UVOD**

Balet je plesna umjetnost vjerna tradiciji. Baletni plesači se prema fizičkoj spremi mogu uspoređivati sa profesionalnim sportašima, a svakodnevnim višesatnim treninzima mišićni sustav cijelog tijela im jača i mijenja se. Iako je balet umjetnost koja na pozornici izgleda kao da se izvodi s lakoćom, plesači su izloženi velikim naporima koje im tijela ponekad ne podnose najbolje. Zbog toga su česte akutne, ali i kronične ozljede. Intenzivni zahtjevi baleta, uključujući snagu, fleksibilnost, izdržljivost i ravnotežu, potrebni su za postizanje i održavanje koreografiranih položaja, ali također povećavaju mogućnost ozljeda kod svakog plesača. Cilj ovog rada je istražiti najčešće ozljede, analizirati pokrete u baletu koji dovode do spomenutih ozljeda, ispitati opterećenja plesača i promjene njihova tijela koje se događaju tijekom godina plesanja, zatim predložiti poboljšanja u izvedbi pokreta i napomenuti na što je potrebno pripaziti kako bi se spriječile, ili barem svele na minimum, ozljede koje se neupitno javljaju kod većine plesača baleta.

## 2. NAJČEŠĆE PLESNE OZLJEDE

Plesači provode brojne sate trenirajući i izvodeći iste ili slične obrasce kretanja, svaki dan, dugi niz godina. Gledajući baletnu izvedbu, najveći dio pažnje gledatelja odlazi upravo na donje ekstremitete. Kostimi koji otkrivaju cijelu dužinu noge i baletne špice koje dodatno naglašavaju vitak izgled balerina, dovode donje ekstremitete u prvi plan. Kinematički lanac donjih ekstremiteta ima više od 25 stupnjeve slobode gibanja od stopala do kuka, omogućujući tako laku kompenzaciju tijekom izvođenja plesnih pokreta. [1] S vremenom, ove kompenzacije mogu biti uzrok hipermobilnosti, nestabilnosti i boli u zglobovima. Najčešće ozljede baletnih plesača javljaju se stoga u području stopala i gležnja, iza toga slijede ozljede zgloba koljena, a česta su i patogena stanja kuka. [2]

### 4.1. Ozljede profesionalnih i neprofesionalnih plesača

Dva osnovna razloga čestih pojava ozljeda u baletu su često ponavljani pokreti te nepravilna tehnika pri izvođenju pokreta. Najbitnija razlika između profesionalnih i neprofesionalnih balerina je broj sati koji tjedno provedu trenirajući i plešući. Kod profesionalnih plesača ozljede se javljaju zbog svakodnevnih, višesatnih treninga tijekom kojih umaraju tijelo te ga dovode do preopterećenja. Ozljede uzrokovane nepravilnim izvođenjem vježbi, češće su pak kod neprofesionalnih plesača. Što se tiče najčešćih vrsta ozljeda, prema istraživanju iz 2016. godine, uganuća gležnja odgovaraju 69,8% ozljeda kod profesionalnih plesača i 42,1% kod neprofesionalnih, a slijede mišićne ozljede u obje skupine. U odnosu na mjesto ozljede, gležanj je ozlijeđen kod 56,6% profesionalnih plesača i 35,1% neprofesionalnih plesača. Koljeno je bilo drugo najviše pogođeno područje u skupini profesionalnih plesača, a područje kuka kod neprofesionalnih plesača. Među mehanizmima ozljeda, pokret *pirouette* je bio najčešći razlog ozljeda kod profesionalnih plesača. [2]

Može se zaključiti da i profesionalni i neprofesionalni baletani imaju visoku učestalost mišićno-koštanih ozljeda, pri čemu je gležanj najviše zahvaćen zglob, prvenstveno zbog okretaja i ponavljajućih pokreta.

### 4.2. Ozljede stopala i gležnja

Plesačko stopalo i gležanj izloženi su velikim silama i neobičnim naprezanjima tijekom treninga i izvođenja predstava. Uganuće gležnja, sindromi sraza gležnja, ozljede srednjeg

dijela stopala, bol u peti i prvi problemi s metatarzofalangealnim zglobovima najčešće su ozljede stopala. U etiologiji povreda stopala i gležnja, najvažniju ulogu imaju dva faktora: pogreške u tehnici izvođenja pokreta i nedovoljno zagrijavanje prije plesa. Brojne mikrotraume nakon mnogo godina napornog plesa rezultiraju u promjenama na hrskavicama zglobnih tijela. Spuštena stopala također su veoma česta pojava zbog dugotrajnog opterećenja u položaju na prstima, što još više doprinosi razvoju artroznih promjena. [1]

Uganuće gležnja možda je najčešća ozljeda stopala i gležnja plesne populacije. Tipično uganuće uključuje ozljedu bočnih struktura gležnja. Uobičajeni mehanizmi koji uzrokuju ovo oštećenje posljedica su nepravilnih skokova i propadanja bočne strane stopala kada plesač stoji na prstima. U oba slučaja gležanj je u plantarnoj fleksiji, pa je iz tog položaja vjerojatnije da je plesač podvrgnut medijalnom uganuću s trajnom funkcionalnom nestabilnošću i mogućim zaostalim proprioceptivnim promjenama. [3] Ozljeda se obično događa u plantarnoj fleksiji kada plesač slijeće sa skoka. Gležanj postaje ukočen i natečen prilično brzo nakon ozljede i često je popraćen značajnom boli. Pregled akutno uganutog skočnog zgloba ponekad je težak jer postoji prisutna značajna oteklina i bol. Iako ozljeda može biti sasvim očita pregledom, stupanj uganuća i stupanj ozljede ligamenta teško je procijeniti.

Postoje tri primarna ligamenta koji služe za stabilizaciju gležnja protiv sila inverzije. To uključuje prednje talofibularne, stražnje talofibularne i kalkaneofibularne ligamente. Prednji talofibularni i kalkaneofibularni ligamenti kritični su za stabilnost gležnja. Kombinacija potpunog kidanja oba ligamenta predstavlja veliku ozljedu za plesača. Uobičajeni klasifikacijski sustav za uganuće gležnja dijeli ove ozljede u tri stupnja. Ozljeda I. stupnja uključuje djelomično kidanje samo prednjeg talofibularnog ligamenta. Ozljeda II. stupnja uključuje potpuno kidanje samo prednjeg talofibularnog ligamenta. Ozljeda III. stupnja uključuje potpuno kidanje prednjeg talofibularnog ligamenta i kalkaneofibularnog ligamenta.

[1]

Hallux valgus, odnosno čukalj, također je česta pojava u plesača. Uzrokovan je stalnom praksom rotacije i stajanja na prstima. Karakterizira ga deformacija haluksa, odnosno medijalno izbočenje glavice prve metatarzalne kosti. Zbog krivljenja prstiju dolazi do promjene opterećenja stopala što uzrokuje bolove pri kretanju. Hallux valgus započinje s krivljenjem palca prema manjim prstima stopala, dok se prvi bolovi vrlo često javljaju ispod i iznad drugog prsta koji se također deformira. S vremenom bolovi postaju sve izraženiji. [3]

Blage smetnje mogu se popraviti nošenjem dovoljno široke obuće, što kod balerina u praksi nije moguće. Ipak, za smanjenje bolova, ali i prevencije nastanka ove ozljede, balerine mogu koristiti umetke koji će kasnije biti spomenuti i prikazani na slici 16.

Tendinopatija Ahilove tetive je patologija koja uključuje akutnu i kroničnu bol u tetivi. Bol je općenito lokalizirana u blizini petne kosti, na udaljenosti od 2 do 8 cm iznad hvatišta tetive za petnu kost. Tendinopatija Ahilove tetive najčešće je povezana s pogreškama u treningu, neprikladnom tehnikom i neprikladnom obučom. Rizik od nastanka ovakve ozljede u baletu povećava se prilikom doskoka ako peta prerano dodirne tlo. [3] Zato je od najveće važnosti za liječenje ove tendinopatije rasterećenje Ahilove tetive te pravilno izvođenje riskantnih pokreta.

#### 4.2.1. Sindrom stražnjeg sraza gležnja

Da bi se stopalo u potpunosti ispružilo, prednja površina stopala trebala bi biti paralelna s tibiom. Pri takvoj krajnjoj plantarnoj fleksiji smanjuje se prostor između tibije i petne kosti, zbog čega koštane i mekotkivne strukture smještene u području oko stražnjega dijela gležnajske kosti bivaju zarobljene između donjega dijela tibije i gornje površine petne kosti. Kao rezultat toga, stražnje strukture skočnog zgloba povremeno postaju upaljene i bolne od udara talusa u potkoljenu. Sindrom stražnjeg sraza skočnog zgloba javlja se u najčešće korištenim položajima u baletu kao što su položaj na prstima i položaj na poluprstima, koji će detaljnije biti opisani u poglavlju 2. Anatomske specifičnosti koje povećavaju rizik za nastanak stražnjega sindroma sraza jesu naglašeni stražnji nastavak gležnajske kost te *os trigonum*. [1] [3]

#### 4.2.2. Sindrom prednjeg sraza gležnja

Sindrom prednjeg sraza u gležnju očituje se pojavom boli u prednjem dijelu gležnja zbog pokreta maksimalne dorzalne fleksije. Uglavnom je riječ o uklještenju mekotkivne i koštane strukture između prednjega ruba tibije i gležnajske kosti. Kao i stražnji, sindrom prednjeg sraza je sekundarna posljedica hipertrofije mekih tkiva u području gležnja ili proliferacije osteofita koji ograničavaju prostor između prednjega ruba tibije i stražnje strane vrata talusa. Većina oblika plesa zahtijeva maksimalnu dorzifleksiju gležnja. U baletu je to pokret duboki čučanj ili polučučanj, a plesači mogu primijetiti i simptome pri slijetanju sa skoka jer se gležanj spušta i tjera na maksimalnu dorzifleksiju. [3]

Početno liječenje sindroma prednjeg sraza gležnja uključuje izbjegavanje snažne dorzifleksije gležnja, kao i nesteroidne protuupalne lijekove. Privremena upotreba cipele s višom petom ublažava simptome u svakodnevnim aktivnostima jer je manja dorzifleksija gležnja. [1]

### 4.3. Ozljede koljena

#### 4.3.1. Uganuće koljena

Uganuće koljena događa se kada bedrena kost rotira, a potkoljenica ostaje fiksirana za tlo. U tom slučaju dolazi do rotacije između bedrene kosti i tibije, što dovodi do privremenog gubitka veze između dvije zglobne površine koljena, a posljedično i mogućih ozljeda ligamenata ili hrskavice. U plesu se to može dogoditi tijekom doskoka, tijekom izvođenja okreta s naglom promjenom smjera ili zbog hiperekstenzije koljena. Očito će, ovisno o mehanizmu uganuća, patološki nalazi biti različiti. Na primjer, ako se ozljeda dogodi uslijed sile koja djeluje prema unutra i medijalno, praćena određenim stupnjem vanjske rotacije i fleksije, doći će do ozljede medijalnog kolateralnog ligamenta, s mogućim oštećenjem prednjeg križnog ligamenta ili medijalnog meniskusa. Ako se ozljeda dogodi tako da sila djeluje prema van, može doći do pucanja kolateralnog ligamenta, prednjeg križnog ligamenta ili bočnog meniskusa. Uspravni položaj i rotacija u vrijeme nastanka ozljede stvaraju sklonost ozljedi meniskusa. Ako postoji kombinirano pucanje meniskusa i pucanje prednjeg križnog ligamenta, obično se u vrijeme popravka meniskusa preporučuje kirurška rekonstrukcija prednjeg križnog ligamenta. Ako se izreže puknuti dio meniskusa, a koreografija plesača bude manje zahtjevna, rekonstrukcija prednjeg križnog ligamenta može se odgoditi, a plesač će možda moći raditi na rehabilitaciji koljena fizikalnom terapijom u pokušaju odgode operacije; jer razdoblje oporavka nakon rekonstrukcije prednjeg križnog ligamenta može trajati godinu dana. [1] Jasno je da profesionalni plesač s puknutim prednjim križnim ligamentom i nestabilnošću, koji ne može nastaviti plesati koreografije koje zahtijevaju brze bočne pokrete, skokove i zakretanja na zahvaćenoj nozi, zahtjeva kiruršku rekonstrukciju prednjeg križnog ligamenta. Samo rehabilitacija ne štiti u potpunosti od nestabilnosti. Ortozu za imobilizaciju koljena, koji ponekad nose sportaši, obično ne mogu nositi plesači zbog estetskih pravila pozornice.

Patelarni tendinitis još je jedan čest problem kod profesionalnih plesača, posebno u oblicima plesa koji zahtijevaju ponavljajuće skokove i polučučanj kao što je to slučaj u baletu. Skokovi stvaraju stres na patelarnoj tetivi te dolazi do degenerativnih promjena donjeg dijela patele. Moguća je i pojava kalcifikacije kao rezultat hipovaskularizacije. Simptomi su poprilično lokalizirani, a tipično postoji osjetljivost neposredno ispod patelarne tetive na pateli. Liječenje patelarnog tendinitisa je sporo, a uključuje progresivni program fizikalne terapije. Fizikalna terapije uključuje istezanje i uravnotežen program jačanja mišića, poput pilates metode kondicioniranja tijela. U kroničnim slučajevima često postoji relativno veliko područje

degeneracije početka patelarne tetive te kirurški popravak postaje neophodan. Oporavak od ove vrste zahvata je dug te može proći od 3 do 6 mjeseci prije nego što se plesač može vratiti na plesni podij. [1]

Patelofemoralni sindrom javlja se tijekom izvođenja polučučnja i čučnja, pri čemu postoji kombinirano savijanje koljena i kuka u položaju vanjske rotacije. Ovaj položaj stvara trenje između bedrene kosti i patele koje, ako se konstantno ponavlja, može izazvati oštećenje hrskavice i preopterećenje patelarne tetive. Posljedice su bol koja se pogoršava pri kretanju, pucketanje koljena, može doći do otekline, a ukočenost se obično javlja nakon odmora.

Općenito, akutne ozljede koljena liječe se na isti način za plesače i sportaše. Teške ozljede koljena s povezanim puknućem ligamenata treba odmah liječiti. Početno liječenje može uključivati hladne obloge, imobilizator koljena ili štike. Fizikalni pregled trebao bi biti usmjeren na otkrivanje ozljeda ligamenta kao i ozljede meniskusa. Nakon odgovarajućih snimki, gotovo se uvijek preporučuje snimanje magnetskom rezonancijom. [3]

#### **4.4. Ozljede kuka**

Sindrom pucanja kuka, koji se ponekad naziva i plesački kuk, stanje je u kojem se čuje pucketanje ili osjeća pucanje u kuku pri hodanju, trčanju ili ustajanju sa stolca. Za većinu ljudi ovo stanje je tek nešto više od smetnje, a jedini simptom je pucanje ili sam osjećaj. Za plesače ili sportaše simptomi sindroma pucanja mogu također uključivati bol koja ometa performans. U većini slučajeva pucanje je uzrokovano pomicanjem mišića ili tetive preko koštane strukture u kuku. Sindrom trenja iliotibijalne trake karakterizira osjećaj trzanja koji se javlja tijekom fleksije bedra. Pucketanje može biti izvan ili unutar zgloba kuka. Izvanzglobni izvor pucketanja u kuku može biti zadebljanje stražnjega dijela iliotibijalne trake (vanjski škljocajući kuk) ili preskakanje tetive velikog slabinskog mišića naspram medijalnih vlakana bočnog mišića (unutrašnji škljocajući kuk). Vanjski škljocajući kuk češće utječe na potpornu nogu tijekom rotacijskih pokreta ili tijekom slijetanja iz skokova. [3]

##### **4.4.1. Hiperlordoza**

Hiperlordoza tipična je za balet, gdje estetsko "savršenstvo" koje se traži od plesača ovog žanra dolazi od vanjske rotacije kukova i nogu s idealnim kutom od 180 °. Ovo je vrlo važan element tijekom kojeg puno plesača forsira ovaj položaj izvan svojih normalnih granica. Ovakva praksa može rezultirati stanjima poput pronacije stopala, bolova u donjem dijelu leđa povezanih s nagibom zdjelice, te boli i ozljeda u zglobovima donjih ekstremiteta. Plesači koji su slabije podučeni posebno su osjetljivi jer teže tehničkoj razini izvedbe za koju njihovo

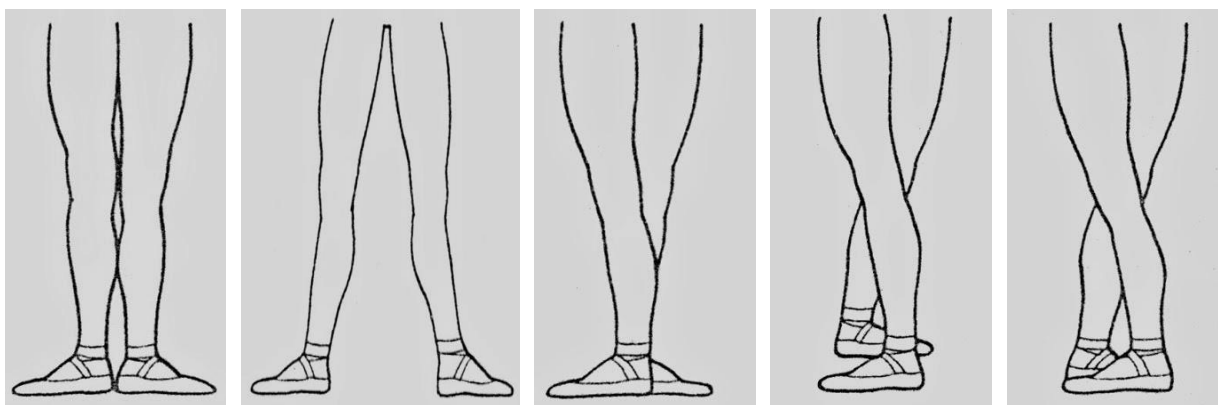


tijelo možda još nije spremno. Na taj način dolazi do neravnoteže mišića i fizioloških zavoja kralježaka, što dovodi do hiperlordoze i daje plesačima takozvano držanje "pačje guze". [3] Kako bi se izbjegla pojava ove ozljede, pri izvođenju svih vježbi u otvorenim pozicijama, potrebno je mišiće glutealne regije držati u kontrakciji kao i mišiće trbušne stijenke.

Iz pregleda najčešćih ozljeda baletnih plesača, može se zaključiti da su najčešći problem nepravilno izvedene vježbe, uključujući forsiranje otvorenih čistih pozicija izvan prirodnih mogućnosti plesača što rezultira nepravilnim okretima i doskocima. Početne pozicije i pravilno izvođenje navedenih pokreta biti će objašnjeno u budućim poglavljima. Nedovoljno zagrijavanje prije izvođenja zahtjevnijih koreografija, nedovoljno odmora i općenito pretjeran napor tijela dodatni su čimbenici za još češću pojavu ozljeda.

### 3. BIOMEHANIKA BALETNIH POKRETA

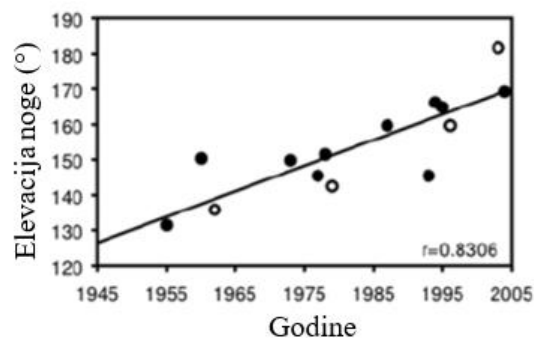
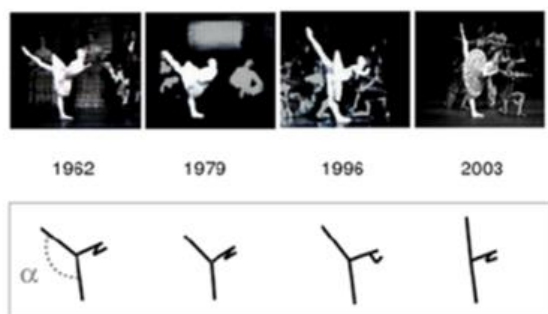
Baletni se sat sastoji od dva dijela. Prvi dio zvan *Barre* izvodi se uz gredu i služi za zagrijavanje mišića i zglobova. Drugi dio sata naziva se *Grand adage* i izvodi se u centru plesne dvorane. Tijekom drugog dijela sata izvode se skokovi i zahtjevnije sekvence, dok vježbe uz baletnu gredu imaju za cilj zagrijati sve mišiće i zglobove kako bi se što kvalitetnije i sigurnije mogao otplesati *Grand adage* na sredini plesne dvorane. *Barre* se može izvoditi u položaju prednjeg dijela tijela okrenutim prema gredi ili bočno, u kojem slučaju se obavezno izvode i desna i lijeva strana kako bi se tijelo jednoliko zagrijalo. Vježbe uz gredu mogu se usporediti sa treningom snage zbog velike upotrebe mišića. Prije početka svake vježbe radi se postavljanje u neku od početnih pozicija otvaranjem stopala prema van. Oba koljena idu u ekstenziju, a kukovi rotiraju prema van zajedno s kontrakcijom mišića glutealne regije. Kontrakcija se događa i u mišićima prednje trbušne stijenke kojom plesači nastoje umanjiti lordozu lumbalne kralježnice. [4] U baletu postoji pet osnovnih početnih pozicija koje su redom prikazane na slici 1.



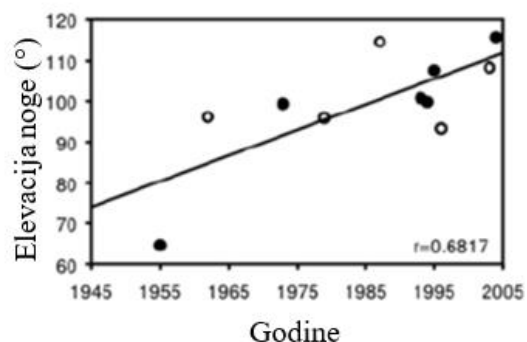
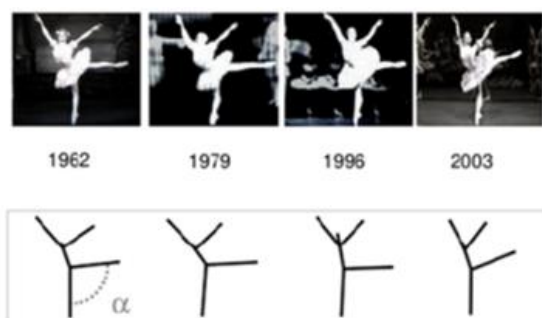
Slika 1. Pet osnovnih baletnih pozicija [5]

Prva pozicija predstavlja vanjsku rotaciju donjih ekstremiteta, pretežito iz kukova, kako bi se stopala nalazila pod kutem od  $180^\circ$ . Druga pozicija također zahtjeva otvoreni položaj stopala, ali su u ovoj poziciji stopala razmaknuta u širinu kukova. U trećoj poziciji kut stopala više nije  $180^\circ$ , noge se prekrže tako da se prednja noga smješta na polovicu stopala stražnje noge, a time se smanjuje i kut među stopalima. Četvrta pozicija postavlja se tako da se iz treće pozicije prednje stopalo pomakne prema naprijed, za otprilike dužinu jednog stopala. U ovoj poziciji balans je na obe noge te se kukovi i stopala ponovno okreću u vanjsku rotaciju. Peta pozicija slična je trećoj, a razlikuje se u tome što su prsti prednjeg stopala paralelni s petom

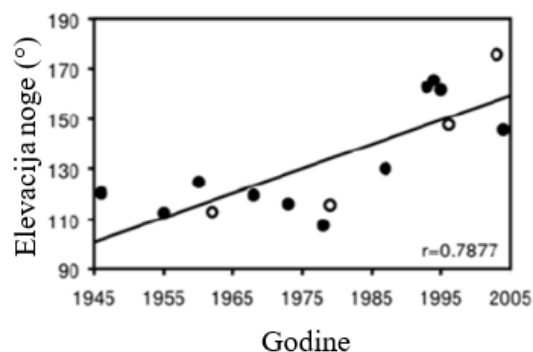
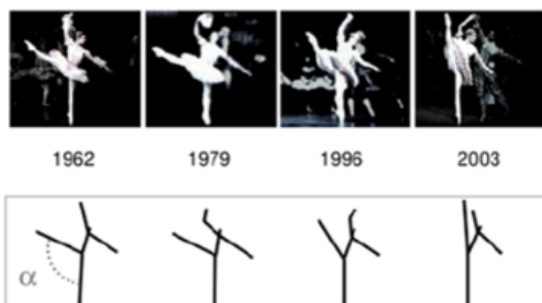
drugog stopala. [5] U svim pozicijama česta je pronacija stopala zbog želje za što većom otvorenosti pozicija. Zbog kompenzacija koje se javljaju u zglobovima donjih ekstremiteta, pri otvorenom položaju većem od prirodnih mogućnosti, oštećuju se zglobne čahure i meka tkiva gležnja, stopala i kuka. Već se iz početnih pozicija može vidjeti da balet zahtjeva ekstremne i neprirodne položaje ljudskog tijela. Osim početnih pozicija, u baletu su svi pokreti točno određeni i svaki od njih ima svoj naziv. Plesne sekvence sastavljene su od niza pokreta za koje se točno zna u kojoj je poziciji svaki dio tijela. Najzahtjevnijim pokretima u baletu smatraju se skokovi zbog opterećenja pri doskoku, osobito skokovi sa dvije na jednu nogu. Osim skokova, opasne su i pozicije u kojima je potrebno održati ravnotežu na jednoj nozi dok je druga podignuta, te okreti zbog opterećenja u gležnju i opasnosti od pada. Iako su sve poze tehnički definirane, vremenom ipak dolazi do njihovih promjena. Promjene umjetničkog izražaja proizlaze iz individualnosti izvođača, ali i utjecaja okoline, razvoja tehnologije pa i povratne informacije gledatelja. Budući da su položaji ljudskog tijela biomehanički ograničeni, umjetnička forma je također ograničena. Izvedbene umjetnosti ipak pokazuju polaganu, progresivnu promjenu koja je paralelna s promjenom estetskih preferencija publike. Teoretski, poze bi trebale ostati u identičnom obliku tijekom vremena, osim manjih slučajnih varijacija zbog različitosti pojedinih plesača. Unatoč kodificiranom položaju koji je utvrdila koreografija, postoje sustavne razlike u kutovima elevacije nogu prema godini baletne produkcije. Biomehanička analiza ove promjene sugerira da se noga podiže kako bi se postigla željena vertikalna linija cijelog tijela. Kada bi cilj bio podignuti nogu što više, plesači to mogu napraviti spuste li trup prema vodoravnom položaju. Međutim, istraživanja ukazuju da je kut trupa zadržan unatoč povećanom podizanju noge. Kako bi to bilo izvedivo, veća elevacija radne noge uključuje veću vanjsku rotaciju kuka. [6] Na slikama 2, 3 i 4 u nastavku, može se vidjeti progresivno povećanje kuta elevacije, grafički prikaz i slike istih koreografija u različitim godinama izvedbe.



Slika 2. Promjene pokreta *Arabesque* na punom stopalu kroz godine [6]



Slika 3. Promjene pokreta *Arabesque* na prstima kroz godine [6]

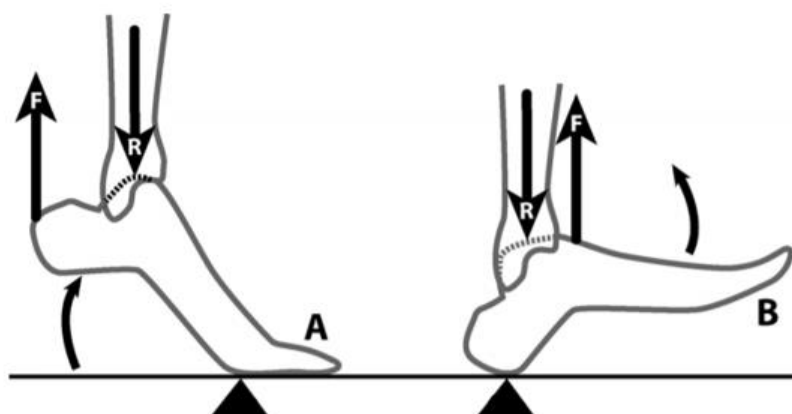


Slika 4. Promjene pokreta *Developpe* iz druge pozicije na prstima kroz godine [6]

Navedene promjene mogu biti ishod progresivne razine vještine i fizičke spremne pojedinog plesača, ali i nadolazećih generacija. Opisane povijesne promjene ukazuju i na to da balet postaje sve ekstremniji, barem ako se sudi iz pojedinih pokreta. Ekstremnije pozicije u baletu mogu biti jedan od razloga nastanka ozljeda zbog nastojanja plesača da postignu nametnutu poziciju bez razmišljanja o svojim fizičkim mogućnostima. Stoga je potrebno osvijestiti plesače o pravilnoj izvedbi pokreta i ne forsirati prekomjerna rastezanja i otvaranja pozicija.

## 2.1. *Plie-releve*

Kretanje u gležnju, u plesu ili bilo kojoj drugoj aktivnosti, ovisi o tome kako se sile primjenjuju na poluge kostura. U mehanici postoje tri vrste poluga: prva, druga i treća klasa. Sve tri vrste postoje u gležnju; razred ovisi o tome koje se kretanje izvode i je li donji ekstremitet nosiv. Gležanj je sustav poluge druge klase pri izvođenju pokreta podizanja na poluprste, pokret *releve*, prikazan na slici 5 A. U poluzi druge klase, otpor, u ovom slučaju tjelesna težina, je između uporišta i primijenjene sile. Stoga je pri stajanju na poluprstima uporište metatarzofalangealna regija na podu, otpor je tjelesna težina, a snagu djelovanja ima troglavi gnjatni mišić koji hvatište ima na stražnjoj strani petne kosti preko Ahilove tetive. Ostanak na nožnim prstima zahtijeva izometrijsku kontrakciju miškulature uz zadržavanje težišta na području dodira stopala s podom. Kod dorzifleksije oslonac se nalazi na mjestu gdje peta dodiruje pod. Ovo je također sustav poluge druge klase. Kao i kod plantarne fleksije, otpor je između uporišta i primijenjene sile. [7] Ovaj sustav prikazan je na slici 5 B.



Slika 5. Prikaz poluga druge klase u gležnju prilikom plantarne fleksije i dorzifleksije [7]

Samo nekoliko tjelesnih aktivnosti osim baleta zahtijeva od pojedinca da se konstantno kreće između dva ekstrema, maksimalne dorzifleksije bez podizanja pete od poda, položaj zvan *demi-plié*, slika 6, i maksimalne plantarne fleksije pri kojem se balerina podiže na prste, *releve*, slika 7. Oba pokreta stvaraju naprezanje u gležnjevima i stopalima jer su kosti opterećene teretom, a meka tkiva moraju kosti vezati dovoljno da kontroliraju njihov položaj i minimiziraju pojavu ozljeda. Primjerice, kada se stoji na prstima, stražnji rubovi distalne tibije, stražnji dio gležnjske kosti i petna kost konvergiraju do točke udara kod gotovo svakog plesača. [8]



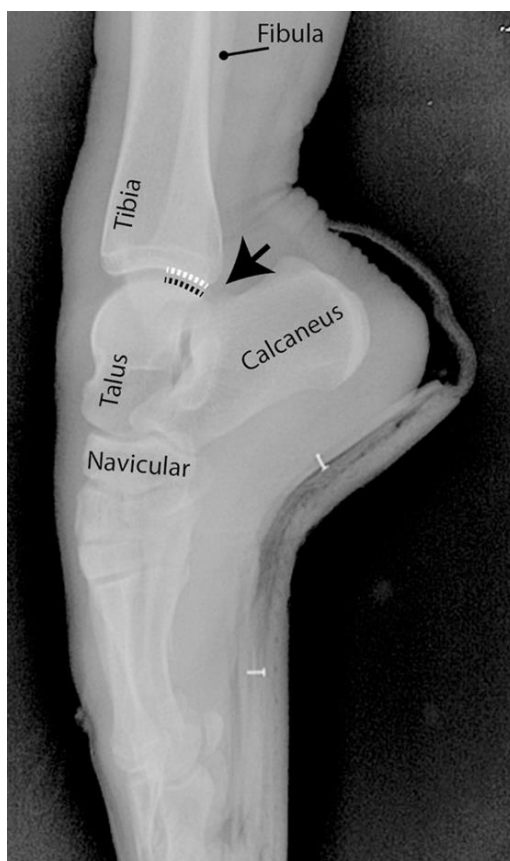
Slika 6. *Demi-plié* u prvoj poziciji [8]



Slika 7. *Relevé* u prvoj poziciji [8]

Dodir zglobne površine između tibije i talusa pruža značajnu količinu stabilnosti gležnja za kretanje između  $15^\circ$  dorzifleksije i  $20^\circ$  plantarne fleksije. Jasno je da se tibiotalarno gibanje balerine koja se kreće od položaja *demi-plié* do položaja *relevé*, kreće kroz znatno veći raspon od spomenutog. Kada je gležanj u maksimalnoj plantarnoj fleksiji, tijekom položaja na

prstima, stražnji rub vrha tibije artikulira s talusom i petnom kosti. Unatoč naizgled smanjenoj dodirnoj površini zglobnih površina tibije i talusa (zbog užeg stražnjeg dijela talusa koji se pomiče u udubljenje), stajanje na prstima je koštani „zaključani“ položaj gležnja i subtalarnih zglobova kod kojeg je uganuće gležnja malo vjerojatno. Veća je vjerojatnost za uganuće gležnja prilikom podizanja na prste ili spuštanja iz navedenog položaja, kao i prilikom doskoka. Svakako konture zglobnih površina gležnja, sile koje se prenose od tibije preko gležnja do stopala, a zatim i poda, mehanika subtalarnog zgloba i sile napetosti koje na gležanj i stopalo primjenjuju ligamenti i mišići i tetive, svi igraju ulogu u stabilnosti gležnja u položaju na prstima. [8] Sljedeći rendgenska slika gležnja balerine, slika 8, sa označenim kostima noge, gležnja i stopala kako bi se vidjelo u kakvom su odnosu u navedenom položaju.



**Slika 8.** Rendgenska slika gležnja u položaju na prstima [9]

Na slici 8 označeno je primarno mjesto nošenja težine u ovom zglobu. Ono se događa u artikulaciji površine hijalinske hrskavice distalne goljenične kosti i hijalinske hrskavice kupole gležanjanske kosti. Gležanjanska kost se u maloj mjeri pomiče prema naprijed ispod goljenične kosti dok se gležanj i stopalo podižu na prste. Stajanje na prstima također uzrokuje i vrlo visoko opterećenje na prednjem dijelu stopala. To su dokazala mjerenja jednog

istraživanja čiji su rezultati vidljivi u tablici 1. [10] Tijekom stajanja na prstima, pritisak na prstima i prednjem dijelu stopala bio je veći od onog na srednjem stopalu. Ovi su nalazi pokazali da su nožni prsti i glave metatarzalnih kosti opterećene najvećim iznosima sila, a ti rezultati se slažu s činjenicom da je veća učestalost ozljeda u prednjim dijelovima stopala.

**Tablica 1. Iznosi srednje vrijednosti i standardne devijacije pritiska na četiri područja stopala izražen u kPa za stajanje u poziciji na prstima [10]**

	Prsti		Prednji dio stopala		Srednji dio stopala		Peta	
	desno	lijevo	desno	lijevo	desno	lijevo	desno	lijevo
srednja vrijednost i standardna devijacija (kPa)	206,6 ± 44,2	306,2 ± 71,1	150,8 ± 7,3	177,3 ± 42,9	60,3 ± 34,9	61,0 ± 10,5	49,5 ± 10,7	43,8 ± 11,1
koeficijent varijacije (%)	21,4	23,2	4,8	24,2	57,9	17,2	21,6	25,4

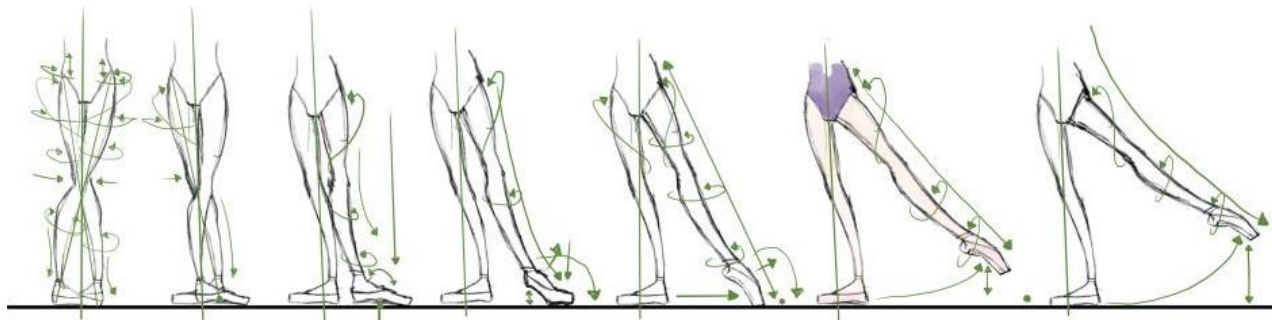
### 2.1.1. Smjernice za pravilno izvođenje pokreta *plie-releve*

Najčešće ponavljani pokreti u baletu su zasigurno polučučanj i podizanje na prste ili poluprste, bilo to kao priprema za neki zahtjevniji pokret ili samo kao dio koreografije. Ova vježba, obično se izvodi uz gredu, u prvoj ili petoj poziciji, a započinje polaganim spuštanjem u polučučanj. Plesač mora paziti da otvorenu poziciju u kojoj je krenuo sa vježbom zadrži tijekom cijele vježbe. Koljena plesača pri spuštanju obavezno moraju pratiti pravac koji pokazuju otvorena stopala. Također, plesač mora paziti da prilikom izvođenja vježbe ne dolazi do pronacije stopala te da je težina ravnomjerno raspoređena na oba stopala. Plesač se spušta tik do trenutka kada mu se pete krenu dizati od poda, zatim se vraća u početni položaj i podiže se na poluprste ili vrhove prstiju, ovisno o plesnim papučicama koje nosi. Kada se plesač podigne na prste, težina bi mu trebala biti ravnomjerno raspoređena na masne jastučiće ispod glava metatarzofalangealnih kosti. Stopalo bi trebalo ostati u neutralnoj poziciji bez nestabilnog ljuljanja naprijed-nazad. Ovom vježbom plesači zagrijavaju stopala, gležnjeve i koljena, što će pri izvođenju budućih vježbi biti od koristi. Smjernice za pravilno izvođenje potrebno je pratiti prilikom svakog polučučnja i podizanja na prste, ne samo kada se izvodi kao dio vježbe zagrijavanja. Glavne ozljede vezane za dva krajnja položaja ove vježbe su sindrom prednjeg i stražnjeg sruza gležnja. Kako bi se smanjila učestalost ovih ozljeda potrebno je u manjoj mjeri izvoditi navedene pokrete redukcijom treninga i nastupa, pogotovo pri pojavi prvih simptoma.



## 2.2. *Tandue*

Druga osnovna vježba zagrijavanja mišića i zglobova donjih ekstremiteta zove se *Tandue*. Od zgloba kuka do vrha nožnih prstiju noga se isteže, a dinamika izvođenja i tempo ovise o glazbi. Ova vježba izvodi se iz prve ili pete početne pozicije, u svim smjerovima, a sastoji se od podizanja radne noge na određenu elevaciju.



Slika 9. Faze *tandue* pokreta [11]

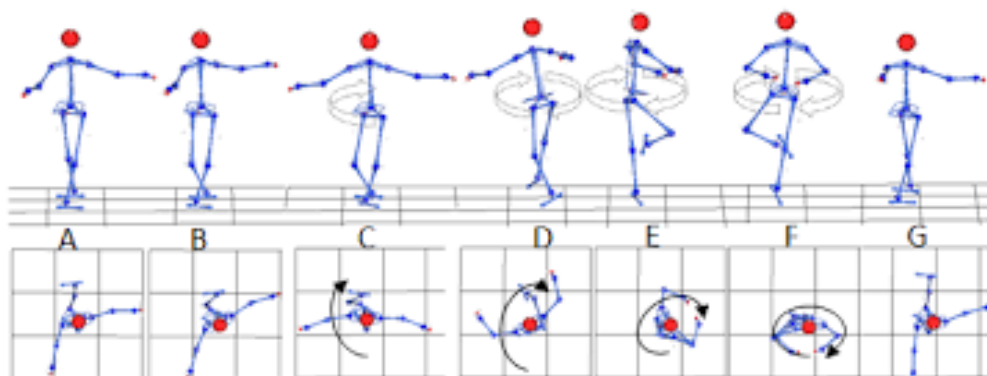
### 2.2.1. Smjernice za pravilno izvođenje pokreta *tandue*

Pri podizanju noge kukove je potrebno zadržati u istoj ravnini, a mišići trbušne stijenke moraju biti u kontrakciji. Potporna noga je u otvorenoj poziciji s koljenom u potpunoj ekstenziji. Radna noga prolazi nekoliko faza prilikom podizanja, a također je kao i potporna noga tijekom cijele vježbe u ekstenziji i zarotirana prema van. Prva se od poda podiže peta dok se stopalo pruža u plantarnu fleksiju, postepeno se od poda podižu i tzv. masni jastučići oko metatarzofalangealnih kosti, da bi na kraju samo vrhovi prstiju lagano doticali pod prije podizanja noge. Sva težina je tijekom cijele vježbe na potpornoj nozi, ravnomjerno raspoređena po cijelom stopalu, nikako samo na području pete. Kuk potporne noge povlači se prema natrag, dok kuk radne noge ide u suprotnom smjeru. Opisane faze pokreta vidljive su na slici 9. Prilikom podizanja noge od tla plesači ne bi smjeli koristiti kontrakciju mišića kvadricepsa, već bi za podizanje noge iznad 90 stupnjeva trebali koristiti mišiće zadnje lože i mišiće unutarnje skupine bedara. [4]

Iz dosad opisanih pozicija i vježbi vidljivo je da je fleksibilnost kukova vrlo važna za pravilno izvođenje vježbi. Osim kukova posebnu pozornost treba staviti na fleksibilnost kralježnice i hiperomobilnost zglobova. Iako baletna estetika traži hiperomobilnost, plesači koji ju ne znaju ili ne mogu kontrolirati imaju povećan rizik od pojave ozljeda.

### 2.3. Pirouette

Pokret *Pirouette* označava okret na jednoj nozi, a sastoji se od pripreme za okret, podizanje jedne noge tako da stopalo dodiruje koljeno radne noge, istovremeno podizanje radne noge na prste ili poluprste i okret oko osi tijela. Opisane faze pokreta vidljive su na slici 10.



Slika 10. Faze pokreta *Pirouette* [12]

Središte mase označava točku u središtu raspodjele tjelesne mase u kojoj gravitacija može djelovati na tijelo kao cjelinu. Tijekom pokreta *pirouette* centar mase se podiže. To znači da dolazi do povećanja visine njegovog ili njezinog centra mase od normalnog i da plesač vrlo lako pada iz ravnoteže. Veličina baze podrške također ima veliki utjecaj na stabilnost plesača tijekom *pirouette*. Tijekom pokreta *pirouette* tijelo je uravnoteženo kada se okomita linija povučena iz središta mase nalazi unutar granica baze podrške. U ovom slučaju, baza podrške su prsti stopala na potpornoj nozi, odnosno širina kapice baletne špice. Manja baza potpore znači manje područje u koje će spadati centar mase. Što je centar mase bliže granicama baze potpore, manja je sila potrebna da se ona gurne izvan baze podrške. Ako se projekcija središta mase pomakne izvan baze podrške, izgubit će se ravnoteža. [13]

Okretni moment pomaže u pokretanju okreta, a kutno ubrzanje je bitan faktor brzine izvođenja okreta. Na primjer, kada su ruke i noge ispružene dalje od središta tijela, kao kad su ruke i podignuta noga u drugoj poziciji, rotacija je sporija jer je veća masa udaljenija od središta rotacije tijela. Kako se ta masa približava centru rotacije, očuvanje kutnog momenta nalaže da se plesač mora brže okretati. Plesači to mogu osjetiti kada čvrsto stisnu ruke uz tijelo, a to je jasno vidljivo na površini s niskim trenjem, poput gledanja umjetničkih klizača. Kutni moment se gubi trenjem, odnosno količinom površinskog dodira okretnog stopala i poda. Plesač će osjetiti manje trenja kad stoji na prstima nego na poluprstima. Međudjelovanje površine cipele i poda također doprinosi koeficijentu trenja: satenska cipela

na vinilnoj površini ima relativno nisko trenje u usporedbi s bosom nogom na istoj površini.

Što je više trenja, to je sporiji okret, pa je stoga moguće i manji broj rotacija. [14]

### 2.3.1. Smjernice za pravilno izvođenje pokreta *pirouette*

Plesač mora biti svjestan svog središta mase kako bi ostao uspravan i kako ne bi pao iz okreta. Vrlo je važno da plesač ima snažne mišiće trupa kako bi što bolje održao ravnotežu na radnoj nozi. Za početak okretanja plesač mora prevladati inerciju stvaranjem zakretnog momenta, a to čini tijekom pripreme. Iako okreti mogu započeti iz različitih položaja nogu, on ipak utječe na okretni moment. U 4. poziciji stvara se umjerena količina okretnog momenta, dok se u 5. poziciji, gdje je udaljenost između stopala vrlo mala, stvara manji okretni moment. Vješti plesači generiraju veći okretni moment korištenjem rotacije trupa i ruku. Ruka za zatvaranje nakon trenutka inercije daje najveći doprinos okretnom momentu cijelog tijela, a ne ruka koja se otvara kad se trup počne okretati. [14] Dodatno, za uspješno izvođenje pokreta *pirouette*, plesačevo tijelo bi trebalo biti malo opušteno. Ako plesač drži tijelo krutim, najmanji pomak iz ravnoteže uzrokovat će da gravitacija izvrši zakretni moment na tijelo, a plesač će pasti iz okreta. Održavanje tijela donekle opuštenim omogućuje plesaču da napravi male prilagodbe potrebne za ispravljanje manjih smetnji iz ravnoteže. [13] Plesačev pogled također je važan dio pravilne tehnike izvođenja pokreta *pirouette*. Plesač u prostoru pronalazi točku na koju je tijekom cijelog okreta usredotočen. Pri okretu, glava zaostaje za ostatkom tijela ne bi li plesač zadržao pogled na odabranoj točki, kada prođe više od pola okreta, plesač brzo okreće glavu ne bi li što prije vratio pogled na odabranu točku. Ovakvom tehnikom izvedbe, povećava se stabilnost plesača te se smanjuje vjerojatnost vrtoglavice.

## 2.4. Skokovi

Baletni skokovi jedni su od najzahtjevnijih izvedbenih elemenata zahtjevajući pravilnu tehniku izvedbe, snagu i kondiciju. U jednom od istraživanja ispitivanje vrijednosti reakcijskih sila provedeno je za tri pokreta, odnosno skoka, *grand jete*, *saute* iz prve pozicije i *saute* iz pete pozicije. *Saute* skokovi označavaju kratke, brze skokove u vis. Dok je plesač u zraku, noge mu ostaju u istoj početnoj poziciji u ekstenziji, a stopala idu u maksimalnu plantarnu fleksiju. Skok *grand jete* je pak potpuna suprotnost jer spada u velike skokove. Sastoji se od zaleta, te skoka sa jedne na drugu nogu. Dok je u zraku, nogu na koju doskače plesač pruža prema naprijed, a drugu pruža unatrag. Položaj koji plesač mora postići u zraku prikazan je na slici 11.

Slika 11. *Grand jete* [15]

Kao što je prikazano u Tablici 2 u nastavku, najveće vrijednosti okomite reakcijske sile varirale su od četiri do pet puta tjelesne težine. Najveće vertikalne sile javljale su se tijekom izvedbe skoka *saute* iz prve pozicije, zatim skoka *saute* iz pete pozicije, a najmanje vrijednosti javljale su se u izvedbi skoka *grand jete*. Najveći iznosi sile vremenski su se podudarali s najvećim kutom fleksije koljena. Koljeno se počelo savijati prije dodira s podlogom, kako bi se pripremilo za udar. Zahvaljujući mehaničkim karakteristikama mišićnog tkiva, ova fleksija koljena predstavlja strategiju zaštite lokomotornog sustava od velikih sila udara tijekom faze slijetanja. [10]

**Tablica 2. Iznosi srednje vrijednosti i standardne devijacije reakcijskih sila izražene u tjelesnoj masi za skokove *grand jete*, *saute* iz prve i *saute* iz pete pozicije [10]**

	<i>Grand jete</i>	<i>saute</i> iz prve pozicije	<i>saute</i> iz pete pozicije
n	3	15	15
srednja vrijednost i standardna devijacija (tjelesna težina)	4,52 ± 0,15	5,26 ± 0,41	4,60 ± 0,22
koeficijent varijacije (%)	3,32	7,79	4,78

U tablici 3 prikazan je raspored pritiska po područjima stopala prilikom doskoka. Pritisak na području palčane kosti i prednjeg dijela stopala bio je znatno veći od područja petne kosti. Pritisak na petu bio je mnogo manji od ostalih područja jer ovaj dio stopala tijekom doskoka zadnji dolazi u dodir s podom. [10]

**Tablica 3. Iznosi srednje vrijednosti i standardne devijacije pritiska na tri područja stopala izražen u kPa za skok *saute* iz prve pozicije [10]**

	Prednji dio stopala		Palčana kost		Peta	
	desno	lijevo	desno	lijevo	desno	lijevo
srednja vrijednost i standardna devijacija (kPa)	937,3 ± 171,3	596,9 ± 146,5	609,3 ± 182,7	519,7 ± 94,1	252,5 ± 247,6	150,6 ± 195,1
koeficijent varijacije (%)	18,3	24,6	29,9	18,1	98,0	129,5

Osim većih reakcijskih sila, *saute* skokovi mogu biti opasniji za razvoj ozljeda od *grand jete-a* i sličnih većih skokova jer se u baletnim koreografijama, ali i na samim treninzima, *saute* skokovi ponavljaju velik broj puta za razliku od velikih skokova.

#### 2.4.1. Smjernice za pravilno izvođenje skokova

Za pravilno izvođenje skokova najvažnija je tehnika pripreme za skok i doskok. Strelice na slici 12, duž prednjeg dijela bedra, stražnjeg dijela potkoljenice i stopala, pokazuju da su u *demi-plie* mišići i tetive pod vlačnim opterećenjem. Elastična potencijalna energija pohranjuje se u mišićima i čeka da se oslobodi kao kinetička energija tijekom skoka, da bi pri doskoku u polučučnju ponovila ciklus skladištenja energije. [16]



Slika 12. Prikaz vlačnih sila u mišićnim skupinama tijekom *demi-plie* [16]

Spuštanje peta na pod tijekom faze pripreme i doskoka, omogućuje učinkovit prijenos energije i omogućuje tetivama i mišićima potpuni ciklus skraćivanja i istežanja. Plesač koji tijekom pripreme u polučučnju drži pete na podu, generirat će više snage i biti fiziološki učinkovitiji jer pravilno koristi i prenosi svoju energiju. Ako pak u doskoku, peta ne dotakne pod, mišići i tetive će i dalje biti pod vlačnim opterećenjem, ali manjeg iznosa, stoga će se manje elastične potencijalne energije pohraniti i manje će se osloboditi. Doskok u kojem peta ne dotakne pod također će spriječiti da se Ahilova tetiva i manje tetive gnjatnog mišića, u potpunosti produlje tijekom doskoka. Stalnim ponavljanjem doskoka prilikom kojeg pete ne dotiču pod, rezultirati će skraćanjem tetiva. Zbog toga neće u potpunosti apsorbirati sile udaraca, niti će pohraniti odgovarajuću energiju ili učinkovito osloboditi energiju. S vremenom će ova pogreška u tehnici vjerojatno rezultirati patologijama prekomjerne upotrebe mišića i tetiva, uključujući najčešće tendiopatiju Ahilove tetive kao i druge upalne dijagnoze. [16]

Na slici 13 prikazan je još jedan način pogrešno izvedenog doskoka. Stopalo i kuk su u otvorenom položaju dok koljeno ne slijedi pravac u kojem je usmjereno stopalo, ujedno je prisutna i pronacija stopala. Ovakav nepravilan doskok povećava rizik od ozljede prednjeg

križnog ligamenta. Skokovi su brzi i poprilično teški za kontrolirati ako tehnika nije pravilno usvojena i ako mišići, potrebni za pravilnim izvođenjem, nisu dovoljno istrenirani. Zbog brzine pokreta, ujedno je i vrlo teško uvidjeti nepravilno izvođenje. Da bi se izbjegao ovakav nepravilan doskok, potrebno je smanjiti kut otvorenosti kukova. Čiste početne pozicije sa stopalima pod kutem od  $180^\circ$  najčešće nisu prirodne i potrebno je puno snage da se prirodna predispozicija otvorenosti nogu dovede do potpune kontrole u svim situacijama. Kako bi se postigla čista pozicija na pravilan način, plesači moraju angažirati bedrene mišiće i ravnomjerno raspodijeliti otvorenost pozicije kroz maksimalnu otvorenost zgloba kuka, koljena i na kraju stopala. [15]



**Slika 13. Prikaz nepravilnog doskoka [15]**

#### 4. BALETNA OPREMA

Baletna oprema, prvenstveno obuća, razvijala se zajedno sa plesnim tehnikama i koreografijama. Razvoj klasičnog baleta započinje u Francuskoj tijekom 17. stoljeća, a najznačajniji plesač bio je Louis XIV. koji je osnovao i školu. Polaznici su u to vrijeme bili pretežito muškarci, a obuća koja se koristila imala je potpeticu što nije dozvoljavalo izvođenje pokreta koji su danas sastavni dio baletnih koreografija. [17] Opseg pokreta bio je ograničen stoga se koreografije onog vremena znatno razlikuju od današnjih. Prve promjene javljaju se u 18. stoljeću kada se svijetom širi moda ravne potpetice i mekih papučica. Takve papučice, do danas su ostale nepromijenjene za muške izvođače, a omogućuju potpunu ekstenziju nogu i stopala te veću pokretljivost gležnja. Početkom 19. stoljeća, koreografi u svoje predstave uvode nadnaravna bića. Ove su uloge uglavnom plesale žene, a kako bi naglasili elegantnost i nadnaravnost, uvode se novi pokreti i njihovo izvođenje na prstima. U isto se vrijeme u baletu pojavljuju i prvi tutu-i koji u potpunosti otkrivaju noge i stopala. Time su donji ekstremiteti došli u prvi plan baletnih koreografija, a papučice su postale sredstvo kojim se još više naglašava duljina nogu kao da su špice prirodan nastavak ispruženog stopala. Kako bi si olakšale plesanje na prstima, balerine su u svoje papučice umetale vatu, pamuk i vunu, a vanjski dio bi opšivale za što veću stabilnost. Suvremene baletne papučice, takozvane špice prikazane na slici 14, pojavljuju se početkom 20. stoljeća u Rusiji, a veliku ulogu u njihovom razvoju imala je poznata ruska balerina Ana Pavlova. [17] [19]



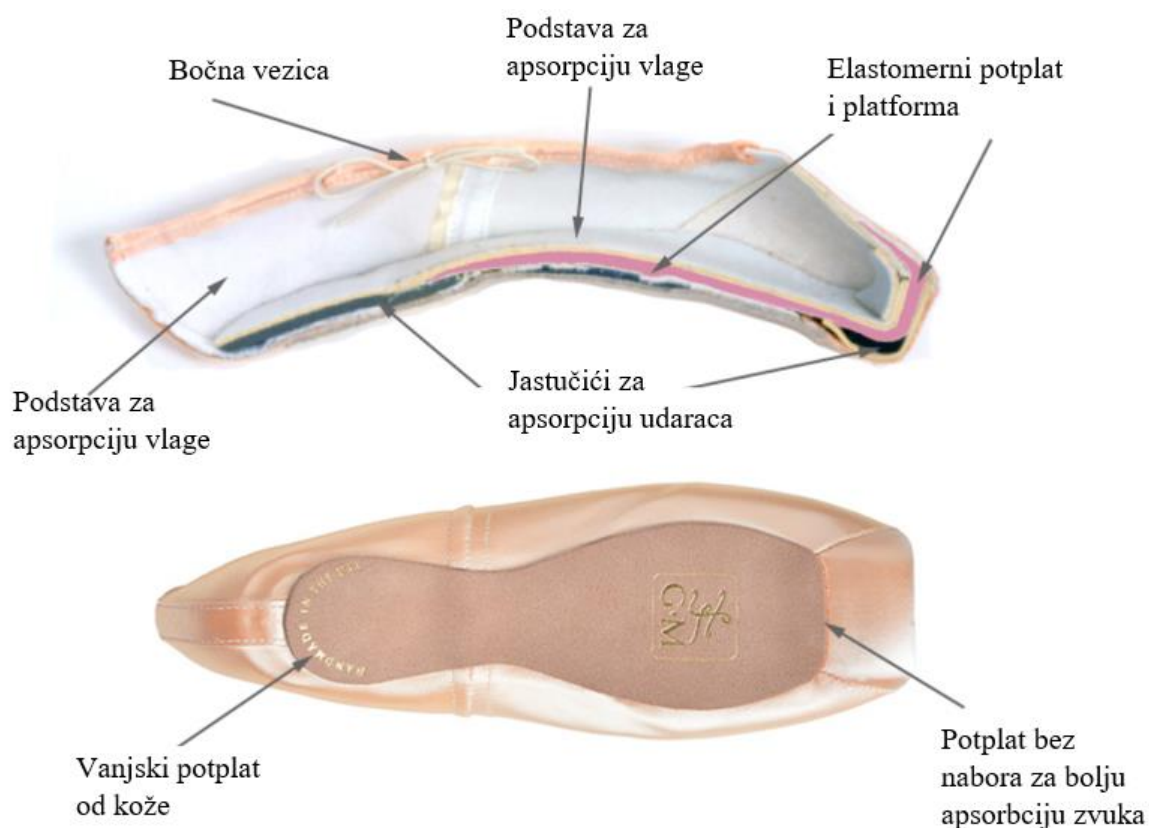
Slika 14. Baletne špice [18]



Osim baletne obuće, i baletni kostimi prate modu razdoblja u kojem nastaju. Razvojem plesnih figura i uvođenjem zahtjevnijih pokreta dolazi do evolucije koreografiranja. Samim time, ergonomski zahtjevi baletnog kostima postaju sve složeniji. Kostimi, umjesto restrikcije tijela, služe za naglašavanje dinamike plesača. Dizajn plesnih kostima mora omogućavati maksimalnu slobodu pokreta. Nužno je obratiti pažnju na postavljanje dekoracija, posebice u području struka, gdje dolazi do kontakta s plesnim partnerom. Isto tako je bitno da se plesači osjećaju ugodno u kostimu, te da ih ne ometa tijekom nastupa. Pomicanje kostima ili padanje naramenica prilikom izvođenja koreografije, odvraća pažnju plesačima, pa lako dolazi do ozljeda prilikom neopreznog doskoka ili pada. Slabo ušiveni dijelovi kostima također je jedan od problema na koje je potrebno obratiti pažnju. [19]

### 3.1. Ergonomija baletnih papučica

Današnje špice na vrhovima prstiju imaju takozvane kapice koje mogu biti napravljene od ljepljenih materijala ili od plastike, što je češći slučaj na američkom tržištu. U ostatku svijeta češće se koriste ljepljene kapice koje su napravljene od raznih tkanina međusobno spojenih ljepilom. [17] Na slici 15 prikazani su osnovni dijelovi špice i njen poprečni presjek radi lakšeg shvaćanja dizajna i korištenih materijala.



Slika 15. Poprečni presjek špice [20]

Problem današnjih špica je što traju relativno kratko, profesionalne balerine u jednoj sezoni promjene više desetaka papučica, a osim što to predstavlja velik financijski izdatak za plesne kompanije, upitna je stabilnost i potpora iznošenih papučica. Svaka balerina ima svoj način nošenja i postavljanja špice, neke između kapice i prstiju ne stavljaju ništa dok druge pak nose umetke koji mogu biti pamučni ili silikonski. [19] Par primjera umetaka i ostale dodatne opreme za pripremu špice za plesanje, kao i zaštite od ozljeda, prikazano je na slici 16.



**Slika 16. Dodatna oprema [18]**

Sa vanjske strane papučice većina balerina ušije elastičnu vrpcu koja ide preko rista kako bi dodatno držala stopalo unutar papučice, a oko gležnja vežu satenske vrpce za veću sigurnost i stabilnost papučice. Unutar špice, a oko prstiju, stavljaju kapice za zaštitu prstiju od žuljeva. Primjer takvih kapica napravljenih od tkanine prikazan je na slici 16, sredina. Sa desne strane prikazani su silikonski umetci koje balerine stavljaju između prstiju, posebno između palca i drugog prsta kako bi smanjile vjerojatnost pojave čukljeva. Osim ušivanja vrpce, svaku novu špicu je potrebno pripremiti za korištenje takozvanim slamanjem. Taj se postupak radi jer su nove špice vrlo krute i bolne te ne ublažavaju tvrde plesne podove. Većina plesača ima svoju metodu ovisno o vlastitim preferencijama i građi stopala. Neki uglave špicu između vrata i dovratka i tako je lome, drugi je namaču u alkohol, ili toplu vodu, jer se nakon toga papuča lako prilagodi obliku stopala. Jedna od metoda prikazana je i na slici 17. Postoje i brutalnije metode, poput lupanja kapice čekićem, a sve u svrhu dobivanja udobnije špice. [4]



Slika 17. Proces slamanja špice [21]

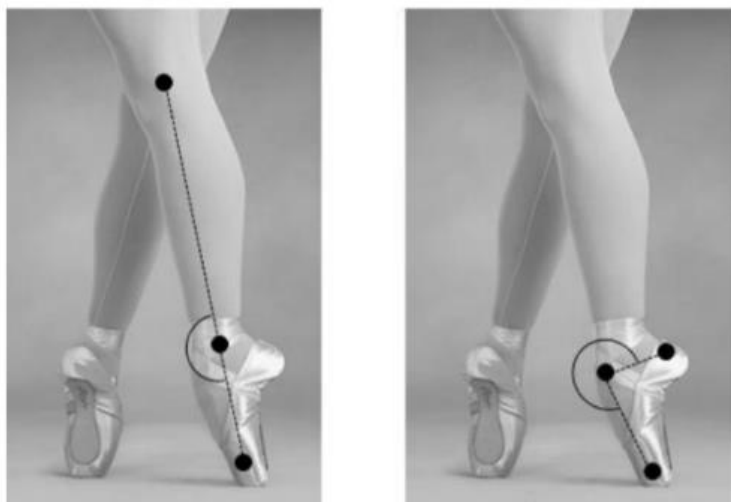
Dodatno, većina plesača saten sa vrha špice odere skalpelom te zatim debljim koncem prišije krajeve što se može vidjeti na slici 18. To čine jer špica ispod satena ima grubi materijal koji se manje kliže. Uz takvu zaštitu od klizanja, koristi se i kolofonij, žuta skrutnuta smola koja se razmrvi i utrlja u špicu. Zato se ponekad na tamnim baletnim podovima vide bijeli tragovi. [4]



Slika 18. Ušiveni rubovi vrha špice [21]

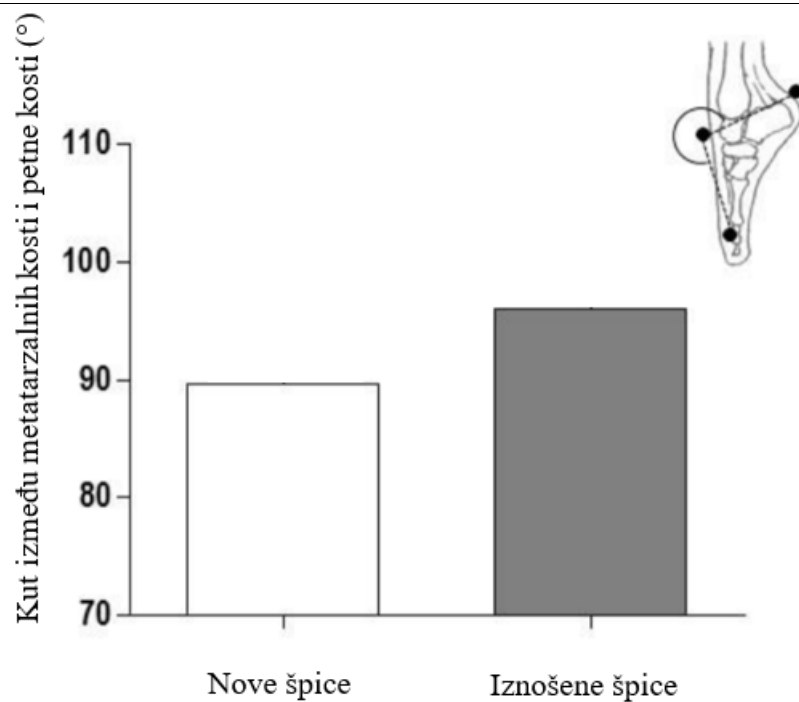
### 3.2. Utjecaj nove i iznošene baletne obuće na biomehaniku stopala i nogu

Osim ergonomije i mehaničkih svojstava špice, dodatni čimbenik nastanka ozljeda može biti i istrošenost baletnih papučica. Istraživanje provedeno na 15 profesionalnih balerina imalo je za cilj utvrditi razliku u biomehanici noge i gležnja u novim i nošenim špicama. Nošene špice su se prije istraživanja koristile 20 plesnih sati, a osim kutova fleksije, bilježio se i iznos vertikalne reakcijske sile, kao i sama stabilnost plesača. [22] Na slici 19 prikazane su definicije mjerenih kuteva stopala i potkoljenice.

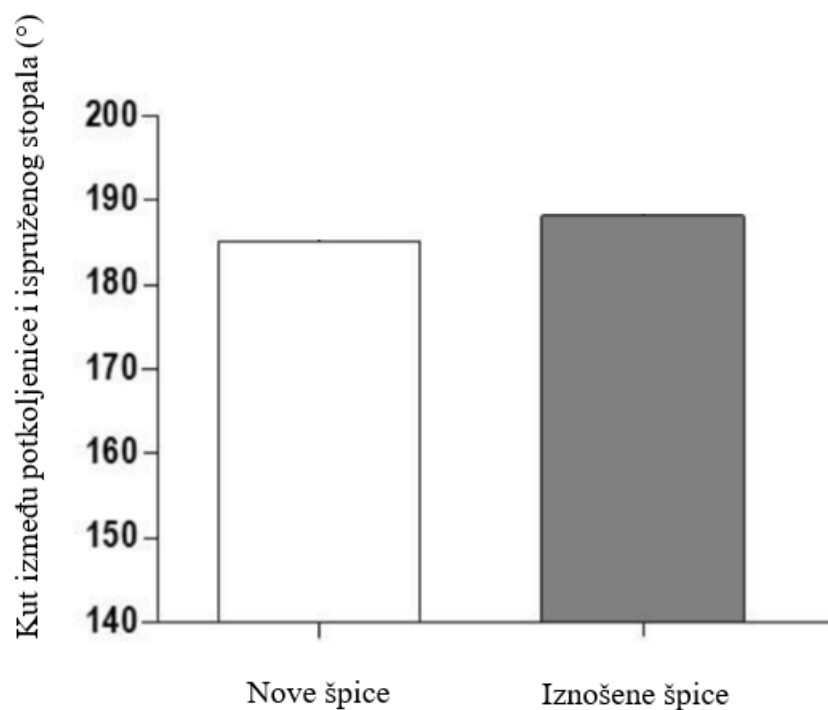


**Slika 19.** Prikaz kuta između potkoljenice i ispruženog stopala (lijevo) te kut između metatarzalnih kosti i kosti pete (desno) [22]

Kao što se vidi na slikama 20 i 21, na kojima je grafički prikazan odnos iznosa kuta fleksije u novim i iznošenim špicama, kut između potkoljenice i ispruženog stopala veći je u iznošenim špicama, kao i kut između kosti metatarzala i petne kosti. [22]



Slika 20. Grafički prikaz iznosa kuta između metatarzalnih kosti i kosti pete u novim i iznošenim špicama [22]



Slika 21. Grafički iznos kuta između potkoljenice i ispruženog stopala u novim i iznošenim špicama [22]

Veće savijanje sredine stopala u istrošenoj špici posljedica je uvijanja metatarzala ispod stopala zbog čega stajanje na prstima može uzrokovati prekomjerno istežanje ligamenata koji povezuju metatarzalne kosti. Pretjerano savijanje srednjeg stopala mogao bi biti jedan od razloga čestih ozljeda.

Drugo istraživanje, provedeno u svrhu utvrđivanja razlika između novih i nošenih špica, promatralo je biomehaničku razliku za vrijeme dva baletna pokreta, podizanja na prste i okret. Statistički značajne razlike tijekom oba pokreta dogodile su se tijekom izvedbe u istrošenim i novim špicama, pri mjerenju oscilacijskog područja. Primijećena su veća područja ljuljanja u istrošenim špicama nego u novim špicama. Znatno veće područje ljuljanja u iznošenim špicama upućuje da takvo stanje nema dovoljnu potporu i doprinosi manjoj stabilnosti stopala i skočnog zgloba. [23] Za balerine, povećano područje ljuljanja ukazuje na veći rizik od nestabilnosti i možda potražnju za tehnikama kompenzacije kako bi se održala ravnoteža na vrhovima prstiju. Kompenzacija može dovesti do ozljeda u zglobovima stopala i gležnja. Ako stabilnost koju osigurava cipela počinje propadati ili se smanjivati, balerina to može nadoknaditi kako bi zadržala položaj na prstima. Ako ne može nadoknaditi zadržavanje položaja, može pasti iz položaja, što može dovesti do traumatične ozljede i nemogućnosti izvršavanja zadatka ili pokreta. [24]

Manje područje ljuljanja predstavlja veću propriocepciju, održavajući središte ravnoteže pod boljom kontrolom. Nove špice su nešto kruće pa balerine imaju potrebu za snažnijim izvođenjem pokreta kako bi savladale krutost špice ali imaju i veće povjerenje u samu špicu da će ih podržati tijekom izvođenja pokreta. Neznanje o vremenu kada špica postane previše iznošena može izložiti balerinu većem riziku od ozljeda. Važno je utvrditi u kojem trenutku iznošena papučica postaje opasna za treniranje i izvođenje predstava.

### **3.3. Utjecaj vrste plesne obuće na reakcijske sile plesne podloge**

Istraživanje koje je uspoređivalo iznos sile reakcije podloge pri doskoku u različitim plesnim papučicama utvrdilo je da su se manje reakcijske sile javile prilikom skokova u špicama, dok su u mekanim papučicama, stopala plesača izložena većim reakcijskim silama. Jedan od razloga su slojevi od kojih su špice napravljene koji u jednoj mjeri apsorbiraju reakcijske sile. Iz tog bi razloga korištenje špica tijekom tehničkih treninga bilo poželjno. Pravilnim položajem nogu i nastojanjem da doskok bude što tiši, plesači mogu dodatno smanjiti iznose reakcijskih sila. [25]

**Tablica 4. Srednja vrijednost i standardna devijacija maksimalne reakcijske sile u mekim papučicama i špicama, te vertikalna visina skoka [25]**

	Maksimalna reakcijska sila (N)	Vertikalna visina skoka (cm)
Mekane papučice	1742,9±252,6	33,1±7,7
Baletne špice	1612,7±261,5	32,4±7,2

U trenutku kada plesač dođe u kontakt sa podom, javlja se sila reakcije koju apsorbira tijelo plesača. Prekomjerna reakcijska sila može doprinijeti nastanku ozljeda. Obzirom da muški plesači plešu isključivo u mekanim papučicama, moguće je da je većina njihovih ozljeda povezana sa prekomjernom reakcijskom silom podloge.

Špice su primarno dizajnirane da održe plesače stabilno na vrhovima prstiju bez razmišljanja o dizajnu koji bi pomogao pri apsorpciji udarca prilikom doskoka. Unatoč razumijevanju da cipele s boljim jastučićima mogu pomoći u smanjenju sila reakcije pri doskoku i pružiti apsorpciju udara kako bi se smanjila šansa za patologijom donjih ekstremiteta, plesači vjerojatno neće promijeniti ili modificirati tradicionalnu obuću. Razlog je povezan sa specifičnim osjećajem poda i samom propriocepcijom stopala i poda koja je plesačima neophodna za uspjeh u izvedbi i plesu. [25]

Ljudsko stopalo temeljni je segment uspravnog stajanja i kretanja. Stopalo mora biti u stanju podržati tjelesnu masu osiguravajući posturalnu ravnotežu. Anatomskom strukturom stopalo svojim prilagodbama mora apsorbirati udarce, prilagoditi se površini tla i učinkovito prenositi sile tijekom kretanja. Preopterećena struktura stopala smanjuje njegovu mogućnost apsorpcije udaraca. Ipak te sile moraju biti apsorbirane pa posao preuzimaju viši segmenti tijela koji za to nisu anatomske prilagođeni, što na kraju rezultira njihovim oštećenjem. Obuća je jedan od najutjecajnijih čimbenika na mehanizme baletnih ozljeda; dakle njegov doprinos mora biti precizno poznat. Špice u određenim baletnim pokretima mogu uzrokovati značajne ozljede s vremenom i treningom obzirom da nisu dizajnirane za zaštitu od naprezanja. [25] Špica mora biti dovoljno čvrsta kako bi dala potporu stopalu i zaštitila ga od ozljeda, a ujedno i dovoljno tiha u doskoku. Idealni materijal za izradu špica bio bi onaj koji bi dao potrebnu potporu stopalu na određenim mjestima, a istodobno bi omogućio plesaču propriocepciju poda i stopala. Postupno uvođenje špica u plesne rutine mladih plesača također je jedna od važnijih preporuka za smanjenje ozljeda uzrokovanih plesanjem u špicama.



## 5. ČIMBENICI NASTANKA OZLJEDA

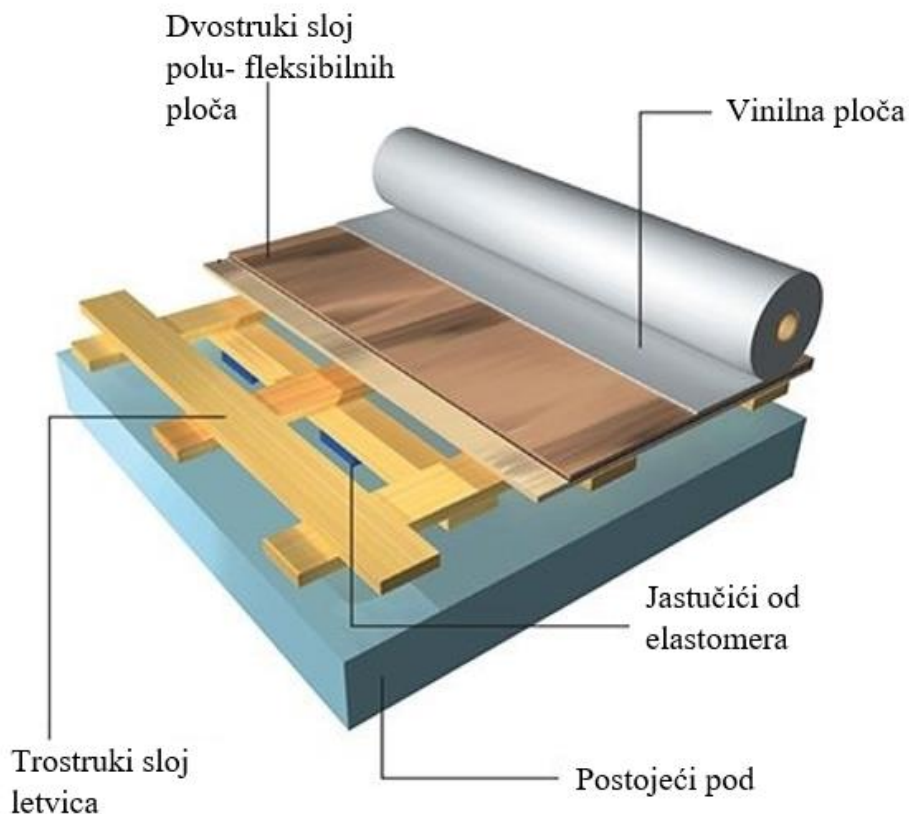
Osim izlaganja tijela ekstremnim pozama, čimbenici koji mogu utjecati na nastanak ozljeda kod balerina mogu biti i vanjski, kao na primjer vrsta poda na kojem plešu, ili pak unutarnji kao što je dob plesača, tjelesna građa i psihičko stanje. Mnogobrojni su uzroci ozljeda od kojih su u najvećoj mjeri zastupljeni loše zagrijavanje, loša tehnika i neodgovarajuća plesna podloga. Vanjski rizični čimbenici uključuju neadekvatan radni okoliš (temperatura, skliski i neravan pod, predmeti u neposrednoj blizini plesača), plesnu opremu (odjeća i baletna obuća) i intenzivno radno opterećenje angažmanom u velikom broju izvedbi. Čimbenici vezani za svakog pojedinog plesača su dob, spol, kondicija, psihološki utjecaji (strah) i motoričke sposobnosti plesača.

### 5.1. Utjecaj plesne podloge

Jedan od glavnih vanjskih čimbenika za nastanak ozljeda smatra se vrsta poda na kojoj se izvode plesne sekvence. Glavna razlika između vrsta plesnih podova je njegova mogućnost apsorpcije sila prilikom udara stopala o pod. Taj se pojam u stranoj literaturi naziva "force reduction", a iz provedenih istraživanja zaključeno je kako su podovi sa većom mogućnosti apsorpcije bolji za plesače. [26] Većina plesača radije pleše na podu koji ima mogućnost apsorpcije sila nego na nepopustljivoj površini poput betona. [4] Opružni podovi obično su izrađeni od drva i postavljaju se na podlogu pomoću okvira od gustih pjenastih blokova ili drugog elastičnog materijala. U mnogim plesnim žanrovima koji koriste studije i pozornice, drvo je prekriveno vinilnom pločom debljine 1-2 mm. Suspendirana ili opružna priroda poda omogućuje mu raspršivanje sila povezanih s plesom, osobito u skokovima i doskocima. [26] Nemaju sve plesne kompanije ni baletne škole financijske uvjete za postavljanje najnovijih apsorbirajućih podova, ali zbog snažnog utjecaja podova na ozljede, podovi bi trebali biti jedna od većih investicija. Bitno je također i plesače upoznati sa vrstom poda na kojoj plešu, prije predstave ili treninga, kako bi znali prilagoditi način izvođenja određenih pokreta.

Primjer konstrukcije poda postavljenog u velikom broju američkih kazališta prikazan je na slici 22. Radi se o konstrukciji firme *Harlequin floors*. Apsorpcija poda dolazi od prirodnog savijanja trostrukog sloja letvica koji je pojačan jastučićima od elastomera koji dodatno apsorbiraju udarce. Letvice su još prekrivene dvostrukim slojem polu-fleksibilnih ploča i vinilnom pločom. [27]





Slika 22. Konstrukcija Harlequin WoodSpring poda [27]

Međutim, kvaliteta površine koja apsorbira udarce nije jedina opasnost povezana s podom i nastankom ozljeda u baletu. Istraživanje Wanke i suradnici pripisalo je 12,7% svih nesreća (291 od 2.281 prijavljenih ozljeda u razdoblju od 17 godina) kod profesionalnih plesača i studenata plesa s greškom u podovima. Najčešća zamjerka ozlijeđenih plesača bila je skliski pod, a druga najčešća, preveliko trenje između plesne papučice i poda. [28]

Kao odgovor na navedene podatke, predlaže se ulaganje u kvalitetnije podloge na kojima se izvode baletne koreografije, kao i konstantno održavanje i čišćenje istih. Teret održavanja ostaje na plesnim školama, a plesače je potrebno upoznati sa optimalnim načinima izvedbi ovisno o vrsti poda na kojem plešu.

## 5.2. Plesanje kroz bol

Sam čin plesanja dok tijelo trpi bol, uzrok je pogoršanja već postojeće ozljede, ali i mogućnost za nastanak nove. Zato se postavlja pitanje zašto bi plesač tako nešto samovoljno proživljavao. U pozadini problema krije se činjenica da su plesači od početaka svoje plesne karijere stavljeni u nezavidan položaj međusobnog nadmetanja. Zbog kompetitivne naravi cijelog baletnog sustava, od najranije dobi, plesači često ignoriraju bol kako bi nastavili

nastupati i zadržali svoje mjesto u ansamblu. Ovaj stav, u kombinaciji s unutarnjim nagonom plesača, potaknut će ih na izvedbu, a ne na odmor i saniranje ozljede. Iako većina plesača shvaća da nije zdravo prelaziti svoje granice, očekivanja u svijetu plesa su velika i mnogi plesači ne obraćaju pažnju na bol kad su uloge u pitanju. Za neke plesače strategije uključuju konzumaciju tableta za maskiranje boli i skrivanje ozljeda od kolega, profesora i liječnika. Ignoriranje boli i samostalno liječenje stvara dugoročne posljedice i razvoj kroničnih ozljeda. [29]

Edukacija plesača o ozljedama, anatomiji i biomehanici omogućila bi im da s razumijevanjem percipiraju svoju razinu sposobnosti nastavka izvođenja određenih elemenata ili cjelokupne koreografije. Stoga bi navedeni predmeti morali postati osnovni dio plesnog obrazovanja. U konačnici, potrebne su i promjene u prevladavajućim plesnim stavovima. One bi mogle rezultirati dugoročnim benefitima u spriječavanju kroničnih ozljeda. Ideja plesa kroz bol i ozljedu ugrađena je duboko u plesnu zajednicu i bit će potrebno puno napora da se takva praksa iskorijeni.

### **5.3. Dob, spol i psihološko stanje plesača**

Od prvog kontakta djeteta sa baletnom školom prisutno je uspoređivanje. Pristup pohađanja baletne škole nemaju svi, već samo oni koji prođu selekcijski trening. Tradicija baleta nalaže da tijelo balerine mora biti vitko, sa dugim vratom, dugim rukama i dugim nogama. Balerina mora imati vitko tijelo sa malim postotkom masnog tkiva kako bi nesmetano mogla izvoditi tehničke elemente. [30] Ovakav pristup selekcioniranju, na plesače ostavlja značajne psihičke posljedice. Konstantno uspoređivanje i nadmetanje prate plesače u svim dobnim skupinama, ali opasniji je utjecaj na adolescentski um zbog podložnosti na promjene. Zbog ideala za manjom tjelesnom težinom i ideje o idealnom obliku tijela koje nameće baletna tradicija, uočena je česta pojava poremećaja prehrane, točnije anoreksije. [32] Ova bolest ima ulogu u ranijoj pojavi kroničnih bolesti poput osteoartritisa, također dolazi i do poremećaja menstrualnih ciklusa što može utjecati na pojavu ozljeda. Adolescencija sama po sebi može predstavljati rizik od pojave ozljeda zbog konstantnih promjena tijela, što kod djevojčica (prva menstruacija), tako i kod dječaka (povećanje mišićne mase). [4]

Razlika nastanka ozljeda na muškom i ženskom plesaču ne ovisi o njihovoj biološkoj građi, već se baletne koreografije za svaki spol razlikuju. Muški plesači češće izvode velike skokove i puno okreta, ne plešu u špicama na prsima, već u mekim plesnim papučicama, također često plešu u parovima sa balerinama u kojem slučaju ih moraju podizati, pridržavati i slično. Za razliku od njih, ženski plesači u svojim koreografijama imaju puno ponavljajućih pokreta i

često stajanje i balansiranje na vrhovima prstiju. Stoga su traumatske ozljede češće kod muških plesača. Najčešća ozljeda muških plesača je ozljeda koljena, a uključuje dijagnozu skakačkog koljena i distorzije koljena u kombinaciji s rupturama lateralnog ili medijalnog meniskusa. Kod ženskih plesača glavni mehanizam nastanka ozljede je prenaprezanje. Najčešće ozljede ženske populacije su uganuće gležnja, upala mišića i patologija Ahilove tetive. [31]

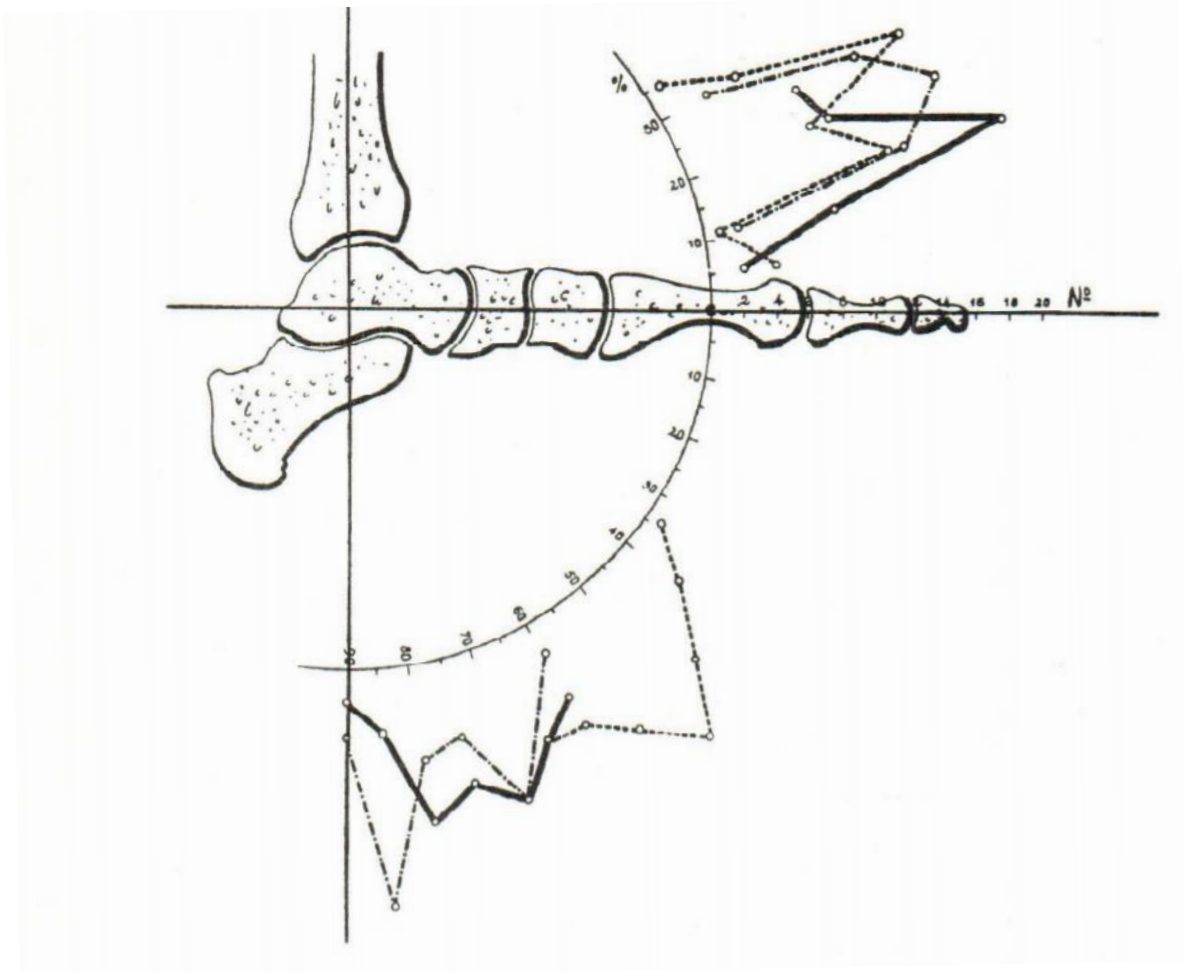
#### **5.4. Klinička skrb i liječnički pristup plesnim ozljedama**

Plesači su posebna vrsta sportaša čiji je oblik umjetnosti fizički rigorozan. Posjeduju izvanredne fizičke osobine i sposobnosti. Ti atributi i sposobnosti, u kombinaciji s intrigantnom psihom, predstavljaju izazove u kliničkoj skrbi. Kao što je već ranije spomenuto, plesači nerijetko odbijaju liječenje i prikrivaju bolove kako bi nastavili plesati. S druge pak strane javlja se problem liječničkog pristupa pacijentima plesačima zbog neznanja o naporima kroz koje plesači prolaze. Balet je za laike prije svega umjetnost, a ne sport. Ljudi balerine, pa i ostale plesače, ne percipiraju kao sportaše. Dijelom je za to kriva i baletna tradicija koja njeguje umjetnost i inzistira na izvođenju svih pokreta sa smiješkom. Nerijetko balerine prešućuju da se bave baletom, već navode da se bave profesionalnim sportom, jer na spomen baleta daljnje uzimanje anamneze katkada ne uključuje napore s kojima se njihovo tijelo susreće. [30]

## 6. TRAJNE PROMJENE NA KOŠTANO-MIŠIĆNOJ STRUKTURI

Osim čestih ozljeda, istraživanja su potvrdila i trajne promjene na koštano-mišićnoj strukturi plesača. Nakon više godina svakodnevnog treniranja, dugotrajnog opterećenja stopala u nefiziološkom položaju, dolazi do brojnih promjena u morfologiji i funkciji stopala. Profesionalni baletani počinju sa intenzivnim treninzima već u mladim danima, točnije između 7. i 10. godine života. Do potpune izgradnje baletnog plesača mora proći barem 8 godina. Za vrijeme vježbi i plesa dominiraju pokreti tijela i zglobova izvanredno velikog napora. Od skokova do posebnih baletnih figura stopala, kao što su stajanje na prstima i poluprstima. Adaptacijske i funkcionalne promjene u području stopala bit će veće kod ljudi koji su se ranije počeli baviti baletom jer do završetka rasta i razvoja ostaje veći broj godina.

U istraživanju provedenom 1970. godine uspoređene su rendgenske snimke dvije grupe ljudi. Prva grupa od 50 baletnih plesača čiji je plesački staž veći od deset godina i kontrolna grupa od 50 ljudi koji se nikada nisu bavili baletom. Na rendgenskim slikama mjerene su dimenzije, indeks i inklinacija talusa te debljina navikularne kosti. Najizraženije promjene opažene su na talusu koji je kod baletnih plesača bio kraći i jače savijen. Slične promjene uočene su i na petnoj, čunastoj i kuboidnoj kosti. Najopterećenija od svih tarzalnih kostiju je gležanjska kost, odnosno talus. Ona prima svu težinu s potkoljenice i prenosi je dijelom na petnu kost, a dijelom na prednji dio stopala. Zato su adaptacije na talusu najizraženije. Najveće promjene nastaju kao posljedica dugotrajnog opterećenja u položaju na prstima i poluprstima. Posljedica djelovanja istih kompresivnih sila je i spljoštenija čunasta kost. Petna kost je kod baletnih plesača masivnija, promijenjene trabekularne strukture, debljih je gredica, te ima izražene i duboke brazde za prolaz tetiva. Opisane promjene dovode i do promjena pokretljivosti zgloba pa se primjetilo da je u grupi baletnih plesača plantarna fleksija puno veća, dok je dorzalna fleksija manja od one u kontrolnoj skupini. [33] Na slici 23 je prikazan grafički prikaz raspodjele maksimalne dorzalne i plantarne fleksije u gornjem nožnom zglobu. Punom crtom prikazane su vrijednosti baletnih plesača prije plesa, a vrijednosti iza plesa prikazane su crta-točka crtom. Vrijednosti kontrolne grupe prikazane su crtkanom crtom.



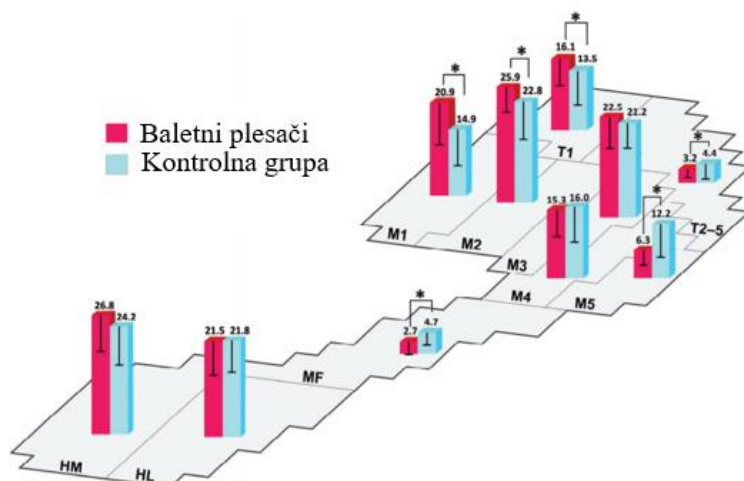
**Slika 23. Grafički prikaz maksimalne dorzalne i plantarne fleksije gležnja baletnih plesača prije plesa (puna crta), nakon plesa (crta-točka) te kontrolna grupe (crtkano) [33]**

Ovi nalazi istraživanja sugeriraju da učitelji plesa i drugi odgovorni za zdravu plesnu praksu moraju pomoći plesačima da na siguran način postignu svoje ciljeve u izvedbi. To uključuje ograničenje započinjanja plesanja u špicama sve dok fizički i psihički nisu spremni za pohađanje ovakvog treninga. Čest je problem praksa dopuštanja mladim djevojkama da plešu u špicama već u mlađoj dobi i prije nego što je to preporučljivo, bez potrebnog koštanog, mišićnog i tehničkog razvoja. [33]

Osim fizičkih promjena dokazane su i promjene u svakodnevnim kretnjama. Postoji malo istraživanja o tome kako ekstremne poze u baletu utječu na fizičku strukturu plesača te kako to u konačnici mijenja njihove svakodnevne obrasce kretanja.

Cilj istraživanja iz 2014. bio je usporediti najveća opterećenja, ukupno opterećenje i trajanje opterećenja u određenim dijelovima stopala između profesionalnih plesača i ljudi koji se ne

bave plesom tijekom hodanja. U istraživanju su sudjelovale dvije ispitne grupe, prva od 13 profesionalnih plesača i druga, kontrolna grupa, od 13 osoba koje se nisu ranije bavile baletom. Stopalo je bilo podijeljeno na 10 regija: medijalna i lateralna peta, srednji dio stopala, 1.-5. metatarzalne kosti, nožni palac i ostali nožni prsti. Rezultati su pokazali znatno veće vrijednosti na području nožnog palca i 1. i 2. područja metatarzalne kosti kod plesača, dok su povećane vrijednosti tlaka kod kontrolne grupe bile u području 2-5 prsta, 5. metatarzalnoj kosti i srednjem dijelu stopala. [34]



Slika 24. Usporedba rezultata baletnih plesača i kontrolne grupe [34]

Ova su otkrića pokazala kako dugotrajna i intenzivna plesna praksa utječe na svakodnevno kretanje plesača pa se ozljede mogu javiti i nakon što se plesač prestane baviti baletom ili općenito u svakodnevno životu plesača van pozornice. Iz ove nefiziološke upotrebe stopala mogu poteći razne patologije kao što je uganuće gležnja, prijelomi, deformacije itd. [34] Stoga se zaključuje da je pravilna raspodjela tjelesne težine u osi stopala nužna za uspješno sprječavanje njezine pretjerane inverzije i everzije. Kompenzacijske vježbe preporučuju se uključiti u dio svakodnevnog programa treninga, usredotočenih na pravilnu upotrebu stopala i nogu i poboljšanje funkcionalne stabilnosti gležnja.

## 7. ZAKLJUČAK

Iako se ne percipira kao sport, balet je fizički vrlo zahtjevna umjetnost koja pred izvođače stavlja niz izazova. Od plesača se traži iznimna snaga, fleksibilnost, ravnoteža i izdržljivost. Kako bi bile uspješne u svom poslu, balerine u plesni život ulaze vrlo mlade. Od samih početaka prisutno je nadmetanje i vrlo stroge selekcije koje ostavljaju posljedice i na psihičko zdravlje plesača. Uloga plesnog pedagoga u ovakvom je slučaju od iznimne važnosti, obzirom da oni svojim radom utječu na ostatak karijere jedne balerine. Dobar pedagog pripremit će balerine, podučit će ih pravilnoj tehnici, upozoriti na pogrešna izvođenja i moguće ozljede. Iako tradicionalne vrijednosti baleta sežu u prošlost, zbog dobrobiti plesača neka će se uvjerenja u suvremenom baletu morati mijenjati. Čiste pozicije, odnosno otvorenost stopala, jedan je od glavnih problema uočenih tijekom pisanja ovog rada. Nametanje otvorenosti stopala, pod kutem od  $180^\circ$ , plesače dovodi u nezavidan položaj jer željom za što čistom pozicijom mnogi to rade nepravilno. Prisilnim otvaranjem stopala, bez upotrebe bedrenih mišića i kontrakcije glutealne regije, osim konstantne pronacije stopala i oštećenja zglobova donjih ekstremiteta koji pokušavaju kompenzirati toliku otvorenost, dolazi i do pogrešne tehnike izvođenja ostalih pokreta. Ispravna tehnika svakako je cilj izvođenja svih pokreta kako bi se smanjio broj ozljeda. Osim pravilnog otvaranja nogu, pogreška pri izvođenju skokova na koju treba paziti je dobra priprema za skok. Obzirom da su skokovi jedni od opasnijih elemenata baletne koreografije, dobra priprema je ključna. Duboki polučučanj dok su pete i dalje na podu rezultira učinkovitom pretvorbom elastične potencijalne energije u kinetičku. Ovakvom pripremom manja je mogućnost patologije mišića i tetiva donjih ekstremiteta, a plesač ima više snage i postiže više skokove.

Baletne špice još su jedan od čimbenika pri nastanku ozljeda jer su jedina i osnovna oprema baleta. Špice mogu imati loš utjecaj i povećati vjerojatnost nastanka ozljede, ali pravilnim korištenjama mogu i pomoći plesaču. Svako stopalo je jedinstveno pa priprema špica za svaku balerinu ostaje i dalje osobna stvar. Proizvodnja špica je također tradicionalna, svaka se izrađuje ručno i ima posebnu tehniku izrade, ali proizvođači baletnih špica bi svakako trebali poraditi na njihovom poboljšanju. Potrebno je povećati apsorpciju špice bez narušavanja propriocepcije poda i stopala, koristiti izdržljivije materijale, kao i manje skliske materijale na vrhovima špica. Kako bi apsorpcija udaraca pri doskoku bila što veća, moguće je baletne špice poboljšati dodavanjem mekih jastučića, ipak ovakva praksa ima svoj limit zbog

potrebne propriocepcije poda koja je ključna za plesače. Najbitnije od svega je izdržljivost špice i koliku podršku i stabilnost pruža balerini. Obzirom da se nakon određenog broja sati korištenja, špica počinje raspadati, vrlo je važno da balerine znaju percipirati i odrediti kada je vrijeme za novi par špica, u kojem trenutku im stari par ne pruža dovoljnu stabilnost pri stajanju na prstima. Dodatna oprema za stabilnost na pozornici nije moguća. Osim standardnih baletnih špica i određenog kostima, plesači ne nose ništa što bi ih moglo sputavati u izvođenju pokreta ili što bi moglo narušiti estetiku pozornice i tijela. Steznici za koljena i slična pomagala eventualno se mogu koristiti tijekom treninga, ali ukoliko to pomagalo sputava plesača da se kreće do svojih krajnjih granica, plesač će to pomagalo vjerojatno odbijati nositi. Uvođenjem anatomije u osnovno školovanje balerina, osvijestit će se potreba za saniranjem ozljeda, nošenje spomenutih pomagala ili plesačima barem pomoći u percepciji vlastitih ozljeda. Pri sanaciji ozljeda vrlo je važno da liječnici znaju kakvim je naporima izloženo tijelo u baletu, ali od pomoći je i ako balerine znaju koliku važnost ima liječenje ozljeda. Dugogodišnje bavljenje baletom utječe na promjene koštane i mišićne građe što rezultira mogućim pojavama ozljeda i nakon kraja plesne karijere. Stoga je od velike važnosti pravilno izvođenje vježbi i briga za tijelo svih plesača tijekom cijele karijere.



## LITERATURA

- [1] Bauman, P. A., Gallagher, S. P., Hamilton, W. G.: *Common Foot, Ankle, and Knee Problems in Professional Dancers, Orthopaedic and Physical Therapy Evaluation and Care*, Orthopaedic Physical Therapy Clinics of North America 5(1996)4, 497-513
- [2] Costa, M., Ferreira, A., Orsini, M., Silva, E. B., Felicio, L. R.: *Characteristics and prevalence of musculoskeletal injury in professional and non-professional ballet dancers*, Brazilian journal of physical therapy, 2016.
- [3] Rinonapoli, G., Graziani, M., Ceccarini, P., Razzano, C., Manfreda, F., Caraffa, A.: *Epidemiology of injuries connected with dance: a critical review on epidemiology*, Medicinski glasnik, 2020.
- [4] Sopić, T.: *Profesionalne ozljede u plesača* [diplomski rad], Medicinski fakultet, Zagreb, 2016.
- [5] *Pozicije nogu*, Šimunec, K., <https://www.balet.com.hr/pozicije-nogu-to-je-sad-to/>, 16.1.2021.
- [6] Daprati, E., Iosa, M., Haggard, P.: *A Dance to the Music of Time: Aesthetically-Relevant Changes in Body Posture in Performing Art*, PloS one, 2009.
- [7] Russell, J. A., McEwan, I., Koutedakis, Y., Wyon, M. A.: *Clinical Anatomy and Biomechanics of the Ankle in Dance*, Journal of medicine and science 12(2008)3, 75-82
- [8] *Breaking pointe: Foot and ankle injuries in dance*, Russel, J. A., [https://lermagazine.com/cover\\_story/breaking-pointe-foot-and-ankle-injuries-in-dance](https://lermagazine.com/cover_story/breaking-pointe-foot-and-ankle-injuries-in-dance), 16.1.2021.
- [9] *A finer pointe: Visualizing the ankle's response to ballet's toughest task*, Russel, J. A., [https://lermagazine.com/cover\\_story/a-finer-pointe-visualizing-the-ankles-response-to-ballets-toughest-task](https://lermagazine.com/cover_story/a-finer-pointe-visualizing-the-ankles-response-to-ballets-toughest-task), 16.1.2021.
- [10] Picon, A. P., Lobo da Costa, P. H., Sousa, F., Sacco, I., Amadio, A. C.: *Biomechanical approach to ballet movements: A preliminary study*
- [11] *Notes on degages*, King, D., <https://aballeteducation.com/2016/04/17/notes-on-degages/>, 23.1.2021.
- [12] Jemin, K.: *A biomechanical comparison of successful and unsuccessful triple-turn pirouette en dehors trials in ballet*, 2008.

- [13] *Can physics improve your pirouettes?*; Wilson, M., Deckert, J., <https://iadms.org/resources/blog/posts/2019/january/can-physics-improve-your-pirouettes/>, 21.8.2021.
- [14] *Biomechanical insights for a dancer*; <http://dancerbiomechanics.blogspot.com/>, 21.8.2021.
- [15] Meuffels, D. E.: *Anterior cruciate ligament injury in professional dancers*, Acta Orthopaedica, 2008.
- [16] *Heels down during jumps...Technique or physics?*; Panos, S., <https://iadms.org/resources/blog/posts/2019/august/heels-down-during-jumps-technique-or-physics/>, 22.8.2021.
- [17] *Povijest špic papučica*, Korljan, Z., <https://www.balet.com.hr/povijest-pic-papuca/>, 22.1.2021.
- [18] *Danz*, <https://www.danzetc.ca/us/>, 1.9.2021.
- [19] Zujović, J.: *Analiza baletnog kostima i ergonomski zahtjevi* [diplomski rad], Tekstilno-tehnološki fakultet, Zagreb, 2018.
- [20] [http://dancer.com/wp-content/uploads/2015/02/Labeled-cut-GM\\_2015.jpg](http://dancer.com/wp-content/uploads/2015/02/Labeled-cut-GM_2015.jpg), 10.8.2021.
- [21] <https://www.pinterest.com/pin/846817536157173824/>, 1.9.2021.
- [22] Bickle, C., Deighan, M., Theis, N.: *The effect of pointe shoe deterioration on foot and ankle kinematics and kinetics in professional ballet dancers*, Human movement science 60(2018), 72-77
- [23] Aquino, J., Amasay, T.: *Biomechanical Comparison of "Dead" and "New" Pointe Shoes in Female Professional Ballet Dancers*, 2019.
- [24] Lodo da Costa, P. H., Nora, F. G. S. A., Vieira, M. F., Borsch, K., Rosenbaum, D.: *Single leg balancing in ballet: Effects of the shoe conditions and poses*, Gait and posture 37 (2013) 419-423
- [25] Walter, H. L., Docherty, C. L., Schrader, J.: *Ground Reaction Forces in Ballet Dancers Landing in Flat Shoes versus Pointe Shoes*, Journal of dance medicine and science, 15(2011)2, 61-64
- [26] Russel, J. A.: *Preventing dance injuries: current perspectives*, Open access journal of sports medicine, 4(2013), 199-210
- [27] *Harlequin woodsprings*: <https://us.harlequinfloors.com/en/floors/harlequin-woodsprings/>, 2.9.2021.

- [28] Wanke, E. M., Mill, H., Wanke, A., Davenport, J., Koch, F., Groneberg, D. A.: *Dance floors as injury risk: analysis and evaluation of acute injuries caused by dance floors in professional dance with regard to preventive aspects*, Med probl perform art, 2012.
- [29] Rivera, D. C., Alexander, J. L., Nehrenz, G. M., Fields, B. J.: *Dancers' perceptions of injuries*, Journal of music and dance 2(2012), 9-12
- [30] Genzić, A.: *Zastarjele pedagoške prakse unutar klasičnog baleta* [diplomski rad], Filozofski fakultet, Zagreb, 2020.
- [31] Allen, N., Nevill, A., Brooks, J., Koutedakis, Y., Wyon, M.: *Ballet Injuries: Injury Incidence and Severity Over 1 Year*, Journal of orthopaedic and sports physical therapy 42(2012)9, 781-790
- [32] Herbrich, L., Pfeiffer, E., Lehmkuhl, U., Schneider, N.: *Anorexia athletica in pre-professional ballet dancers*, J sports sci, 2011.
- [33] Zimmermann, B., Nikolić, V.: *Adaptacija, funkcija i povrede gornjeg i donjeg nožnog zgloba baletnih plesača*, Arhiv za higijenu rada i toksikologiju 21(1970)2, 111-117
- [34] Prochazkova, M., Tepla, L., Svoboda, Z., Jaruna, M., Cieslarova, M.: *Analysis of foot load during ballet dancers' gait*, Acta of bioengineering and biomechanics, 16(2014)2, 41-45