

UNIVERZITET U BEOGRADU
FAKULTET SPORTA I FIZIČKOG VASPITANJA
OSNOVNE STRUKOVNE STUDIJE



**BIOMEHANIČKA ANALIZA OSNOVNIH BALETSKIH ELEMENATA U
FUNKCIJI UNAPREĐENJA TEHNIKE I PREVENCIJE POVREDA**

Završni rad

Student:

Maja Lazović

Mentor:

Dr Vladimir Mrdaković, vanredni profesor

Beograd, 2022.

UNIVERZITET U BEOGRADU
FAKULTET SPORTA I FIZIČKOG VASPITANJA
OSNOVNE STRUKOVNE STUDIJE



**BIOMEHANIČKA ANALIZA OSNOVNIH BALETSKIH ELEMENATA U
FUNKCIJI UNAPREĐENJA TEHNIKE I PREVENCIJE POVREDA**

Završni rad

Student:

Maja Lazović

Broj indeksa: _____

Datum: _____

Ocena: _____

Komisija za ocenu i odbranu završnog rada:

1. Dr Vladimir Mrdaković, vanredni profesor

2. Dr Sanja Mandarić, redovni profesor

3. Dr Nenad Janković, redovni profesor

Mišljenje članova komisije o radu:

Beograd, 2022.

IZJAVA ZAHVALNOSTI

Zahvaljujem se mojoj majci Borki, koja je moja naveća podrška u svakom životnom i plesnom poduhvatu. Zahvaljujem se mentoru prof. Dr Vladimiru Mrdakoviću koji me je svojim znanjem podstakao da se opredelim baš za ovu temu završnog rada. Zahvaljujem se prof. Dr Sanji Mandarić koja me je za 3 godine studiranja uvela u novu dimenziju plesa i pomogla mi da proširim plesne vidike. Veliko hvala prof. Dr Nenadu Jankoviću koji me je prvi podržao u odabiru teme za ovaj završni rad i time motivisao za pisanje istog. Hvala mojoj vrednoj balerini Andrei Poštić koja je demonstrirala elemente i vežbe i čije fotografije se nalaze u radu. Hvala svim prijateljima koji su i na najmanji način doprineli realizaciji ovog završnog rada i koji podržavaju i veruju u svaku moju ideju.

Autor

SAŽETAK

Predmet ovog rada je analiza osnovnih baletskih elemenata iz aspekta biomehanike, upotreba biomehaničkih zakonitosti u cilju unapređenja instrukcija za obuku baletskih elemenata, zatim biomehanička analiza baletske tehnike iz aspekta nastanka povreda, kao i davanje predloga vežbi u cilju prevencije povreda.

Nakon kratkog osvrta na balet uopšteno, prikazane su podele, principi i načini analize baletske tehnike i predstavljeni su teorijski koncepti biomehaničke analize osnovnih baletskih elemenata.

Na primerima baletskih položaja tela iz kojih se izvode osnovni elementi an poante (fra. *en pointé*), grand žete (fra. *grand jeté*) i fuate (fra. *fouetté*) objašnjena je primena biomehanike u praksi. Budući da izvođenjem navedenih pokreta može doći do potencijalnih povreda, rađena je analiza načina njihovog nastanka, kao i obrada statističkih podataka na osnovu koje se došlo do zaključka o tome koji je tip povreda najčešći. U skladu sa dobijenim rezultatima, dati su primeri trenažnog programa u cilju prevencije povreda.

KLJUČNE REČI: kvalitativna analiza; kvantitativna analiza; prevencija;

Sadržaj:

1. UVOD.....	7
2. PREDMET, CILJ, ZADACI I METODE RADA.....	9
3. BALET I BALETSKA TEHNIKA	10
3.1. Kvalitativna analiza baletske tehnike	12
3.2. Kvantitativne metode za analizu baletske tehnike	12
3.2.1. Snimanje pokreta	12
3.2.2. Elektromiografija.....	13
3.2.3. Dinamografija.....	14
3.2.4. Dinamometrija	15
3.2.5. Analiza sila koje deluju na telo.....	15
3.2.6. Motorna kontrola.....	16
3.2.7. Pokreti segmenata tela i zglobova	16
3.2.8. Mišićna snaga.....	16
3.2.9. Testiranje pokretljivosti	17
4. PRIMENA BIOMEHANIKE U OSNOVNIM BALETSKIM ELEMENTIMA	18
4.1. Baletski položaj tela	19
4.1.1. Prva baletska pozicija	19
4.1.2. Druga baletska pozicija	20
4.1.3. Treća baletska pozicija	21
4.1.4. Četvrta baletska pozicija	21
4.1.5. Peta baletska pozicija.....	22
4.2. An poante.....	23
4.3. Grand žete.....	26
4.4. Fuede	30
5. BIOMEHANIČKA ANALIZA POVREDA U BALETU	32
5.1. Povrede gležnja i stopala	34
5.2. Povrede lumbalnog dela kičme.....	34
5.3. Povrede kolena	36
5.3.1. Patellofemoralni bol.....	36
6. TRENAŽNI PROGRAM U CILJU PREVENCIJE POVREDA	38
6.1. Prevencija povreda skočnog zgloba	38
6.1.1. Uspori i počučnjevi	38

6.1.2. Vežbe propriocepcije	41
6.1.3. Aktivno miofascijalno oslobađanje mišića lista i Ahilove tetive	46
6.2. Prevencija povreda kičmenog stuba	48
6.2.1. Vežbe za donji deo abdomena	49
6.2.2. Vežbe za bočni deo abdomena	52
6.2.3. Vežbe za leđa	54
6.3. Prevencija povreda kolena	56
6.3.1. Vežbe za jačanje srednjeg sedalnog mišića	56
6.3.2. Rastezanje aduktora	56
6.3.3. Vežbe za zadnju ložu u ekscentričnom režimu rada	57
6.3.4. Vežbe pliometrije	60
6.4. Saveti koji se nude baletskim plesačima u cilju smanjenja rizika od povreda	63
7. ZAKLJUČAK	64
8. LITERATURA	65

1. UVOD

Analizirajući biološki i psihološki razvoj čoveka, kretanje zauzima značajno mesto. Pokret kao sredstvo kretanja je odigrao značajnu ulogu u formiranju čoveka kao svesnog bića. Ovo je pokrenulo mnoge naučnike da istražuju njegove zakonitosti i efekte u cilju održavanja zdravstvenog statusa, ali i dolaženja do saznanja o bržem razvoju ljudskih biomotornih potencijala. Od svih načina izražavanja kojima se koristi čovek u komunikaciji sa okolinom, upravo kretanje je prvobitna izražajna forma. Stremljenja čoveka, njegovi osećaji, kao i njegov ceo život, često se baš kretanjem i plesom izražavaju na umetnički način (Jocić, 1999, str.17) .

Hodanje se pretvara u poskok, trčanje u skokove, a svakodnevni pokreti, dugotrajnim ponavljanjem, oblikovanjem ritmičkim, dinamičkim i metričkim oblicima uz harmonično uobličavanje, prelaze u viši stepen kretnih formi i oblika, završavajući na kraju kao neko plesno umetničko delo (Jocić, 1999, str.17).

Profesionalni plesači provode mnogo godina učeći, vežbajući i usavršavajući baletske elemente. Mladi plesači obično provedu najmanje 8 godina u zahtevnim baletskim programima ukoliko žele da dostignu profesionalni nivo. Od 10. godine života, mladi plesači, ciljajući na profesionalnu baletsku karijeru, imaju najmanje 3 treninga nedeljno po 90 minuta. Kada napune 14 ili 15 godina, ako su i dalje ozbiljni po pitanju baletske karijere, pristupaju programu naredne 3 do 4 godine, koji podrazumeva nekoliko treninga dnevno. Tokom ovog procesa, uloga i odgovornost trenera je da nauči plesače ispravnu tehniku izvođenja baletskih elemenata (Ward, 2012).

Biomehanika obrađuje mehaničke zakonitosti u pokretima čoveka, odnosno mehaničke osnove kretanja čoveka u cilju standardizacije tehnike pokreta kako po aspektu tačnosti tako i po aspektu maksimalnog rezultata (Ilić i Mrdaković, 2009). Primenjivanjem principa mehanike, inženjeringa i elektronike, biomehanika nam pruža podatke o silama koje deluju na baletskog plesača, ističući mehaničke i fiziološke efekte.

Potreba za izvanrednim baletskim nastupima podstakla je instruktore baleta i koreografe da koriste naučne principe i metode pri izvođenju tehnike raznih baletskih elemenata. S tim ciljem počeli su da koriste biomehanička merenja da bi dobili korisne informacije o potrebama plesača koje zahtevaju posebnu pažnju. Najbitnije pitanje koje se postavlja jeste na koji način se najefektivnije i najzdravije po plesača poboljšava tehnika izvođenja (Koutedakis, Owolabi, & Apostolos, 2008).

Telo plesača je skup rigidnih segmenata povezanih zglobovima. Pokreti tih zglobova su temelj biomehaničkih istraživanja, odnosno kinematičke i kinetičke analize baletskog kretanja. **Kinematika** opisuje kretanje: koliko daleko, koliko brzo, koliko promena i koji tip kretanja je u pitanju, a omogućava istraživaču i da prepozna ključne elemente u izvođenju pokreta. Kinematička analiza kretanja plesača daje osnovu za razumevanje na koji način pojedini elementi baletskog pokreta doprinose celokupnom kretanju.

S druge strane, **kinetika** se fokusira na uzročno-posledičnu vezu pokreta, odnosno na sile i obrtne momente, koji zajedno rezultiraju kretanjem. Uzroci pokreta mogu delovati na dva

načina, i to iz tela i/ili poticati iz spoljne sredine. Uzroci pokreta iz tela su unutrašnje sile koje deluju na kosti, zglobove, mišiće i ostala vezivna tkiva, a određena su količinom mišićne aktivacije neophodne za stvaranje ženjenog pokreta/kretanja ili su reakcija na spoljnu silu koja utiče iz okoline. Spoljna okolina odnosi se na sredinu koja je u kontaktu sa telom plesača, što mogu biti drugi plesači, prostor u kojem se trenira ili nastupa, obuća i rekviziti. učestvuju i rezultirajuće kretanje. Primarne mehaničke veličine u kinetici su sile i obrtni momenti koji deluju u telu i one koji potiču iz spoljne okoline. Okolina plesača uključuje bilo šta što je u kontaktu sa njegovim telom: drugi plesači, prostor u kojem trenira ili nastupa, obuća i rekviziti (Wilson & Kwon, 2014).

Gore navedene biomehaničke analize kretanja podrazumevaju korišćenje specijalne opreme. Elektromiografija, dinamometrija, dinamografija i snimanje pokreta služe za sofisticiranu analizu pokreta i za razumevanje komponenata tehnika pomoću kojih će se izbeći povrede i produžiti karijera plesača (Wilson & Kwon, 2014).

Opšte je poznato da su baletski treninzi i nastupi psihički i fizički izrazito naporni, a povrede su čest ishod. Osim što utiču na zdravlje, povrede plesača utiču na njihove karijere kao i kod profesionalnih sportista. Ono što ohrabruje jeste činjenica da biomehaničkim testiranjima i pravilnom implemetacijom trenažnog programa povrede se mogu predvideti i prevenirati.

Završni rad pod nazivom „Biomehanička analiza osnovnih baletskih elemenata u funkciji unapređenja tehnike i prevencije povreda“ nastao je kao želja autora da se detaljno upozna sa prednostima i značajem biomehanike u procesu baletskog treninga i da stečena saznanja primenjuje i deli sa kolegama iz struke.

2. PREDMET, CILJ, ZADACI I METODE RADA

Predmet rada je biomehanika u funkciji analize osnovnih kretanja u baletu. Uže definisan predmet rada je upotreba biomehaničkih zakonitosti u cilju unapređenja instrukcija za obuku baletskih elemenata. Dodatno, predmet rada je definisan i kroz biomehaničku analizu baletske tehnike iz aspekta nastanka povreda, i davanje predloga vežbi u cilju prevencije povreda.

Cilj rada je dati prikaz osnovnih baletskih elemenata uz njihovu kvantitativnu i kvalitativnu biomehaničku analizu, gde će se biomehaničke analize koristiti u kontekstu unapređenja metodike obuke plesača, u kontekstu analize povređivanja, ali i zaštite plesača od povređivanja.

Zadaci rada su:

- Pretraga i prikupljanje adekvatne literature
- Pregled, obrada i adaptacija prikupljene literature
- Ispitati način analize baletske tehnike
- Predstaviti teorijske koncepte biomehaničke analize osnovnih baletskih elemenata
- Primenom biomehaničkih principa analizirati povrede pri izvođenju osnovnih baletskih elemenata
- Na osnovu utvrđenih rezultata predložiti implementaciju trenažnog programa u cilju prevencije povreda

U radu će biti korišćena metoda neeksperimentalnog istraživanja, gde će se od tehnika koristiti analiza naučne i stručne literature.

3. BALET I BALETSKA TEHNIKA

Balet je jedna od najstarijih plesnih tehnika koja predstavlja temelj svim ostalim plesnim stilovima. Prema tehnici plesanja, stilu, kostimima, sceni pa i muzičkoj pratnji donekle, balet je ili klasičan ili moderan. Klasičan balet sastoji se iz niza strogo utvrđenih koraka, okreta i skokova, odnosno poza povezanih u celine, koje su prilagođene pojedinim muzičkim frazama. Jedna od važnih karakteristika klasičnog baleta su takozvane varijacije jednog plesača, soliste, koje se koriste da se istakne virtuoznost i sposobnosti pojedinih plesača (Jocić, 1999, str. 152).

Moderan balet nastao je iz ženje Isidore Dankan da ples vrati prvobitnom ekstatičnom izražavanju, koje je oslobođeno od mehanizovane tradicionalne škole klasičnog baleta. Za razliku od klasičnog baleta, moderan balet se izvodi na poluprstu (prednjem delu stopala).

Imperativ svakog trenera jeste da poseduje znanje i razume principe po kojima se vrši neki baletski pokret. Pojam „tehnika“ odnosi se na vešto uvežbane pokrete, ali je retko definisan. U opštem razumevanju tehnike, podrazumeva se da, ako se neka veština izvodi sa „dobrom tehnikom“ nastup će biti bolji. Tehnika je način izvođenja nekog zadatka. U sportu, definicija tehnike uključuje: Obrazac vršenja pokreta koji je tehnički odgovarajuć za određenu veštinu i osnovni za tu veštinu. Prema sportskim definicijama, tehnika opisuje kinematičke karakteristike koje se odnose na međusobni položaj segmenata tela tokom izvođenja nekog pokreta. Uprkos čestom korišćenju i u baletskom svetu, pojam tehnika nema utemeljenu definiciju, pa će se za potrebe ovog rada definisati na osnovu gore navedenih sportskih definicija kao „Način na koji su ekstremiteti i segmenti tela orijentisani, poštujući se međusobno dok se vrše pokreti“. Ova definicija implicira da se tehnika može okarakterisati kinematičkim varijablama koje se mogu vizuelno percipirati (Ward, 2012).

Nover je bio prvi balet majstor koji je sažeto klasifikovao tipove pokreta koji su se izvodili u baletskom repertoaru i nazvao ih je „Sedam plesnih pokreta“ (Ward, 2012):

1. Čučnjevi (fra. *plié*)
2. Rastezanja (fra. *battement*)
3. Podizanja na prednji deo stopala (fra. *relevé*)
4. Skokovi (fra. *saluté*)
5. Klizanja (fra. *glissé*)
6. Precizni pokreti sa ciljanim završnim položajem (fra. *elancé*)
7. Okreti (fra. *tour*)

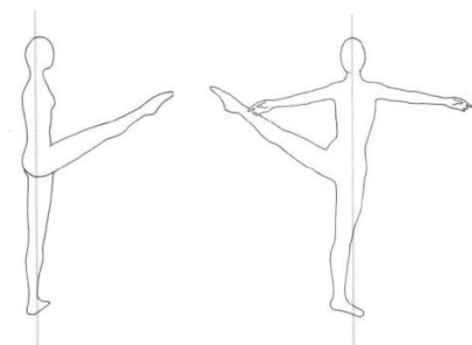
Činjenica je da nisu svi ovi pokreti karakteristični samo za balet. Čučnjevi, prednoženja, okreti, podizanja na prednji deo stopala i skokovi javljaju se i u drugim sportskim disciplinama. Biomehanički principi koji se primenjuju pri izvođenju ovih pokreta slični su bilo da se radi o balerini, gimnastičarki ili preponašici, ali ne i isti.

Iako se i u baletu i u drugim sportskim disciplinama za određeni skok ili rotaciju/okret podrazumeva određena tehnika, u baletu, sve što se izvodi trebalo bi da izgleda lepo i lako, bez obzira što je izvođenje takvih tehnika fizički zahtevno, teško i bolno. To je razlog zbog kog

postoje predrasude da balet nije fizički zahtevan. Posmatrano iz aspekta analize mišićnog naprežanja, balet možemo porediti sa velikim fizičkim naporima poput onih koji se pojavljuju u profesionalnom sportu.

Osnovni principi tehnike baleta (Ward, 2012):

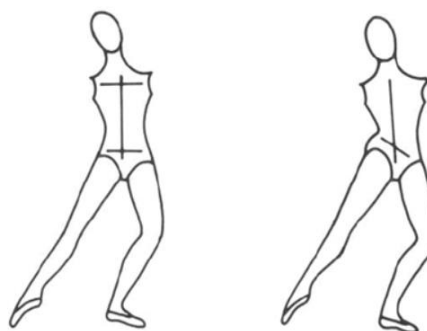
1. Poravnanje – održavanje vertikalnosti trupa (slika 1).
2. Postavljanje – minimalno odstupanje kukova od centralne pozicije (slika 2).
3. Maksimalna spoljna rotacija donjih ekstremiteta (slika 3).
4. Ekstenzija – maksimalno podizanje donjih ekstremiteta (slika 4).



Slika 1. Ekstenzija noge

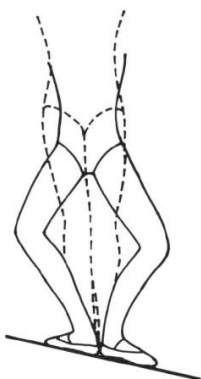
Bočni i frontalni prikaz.

Trup zadržava vertikalnost.



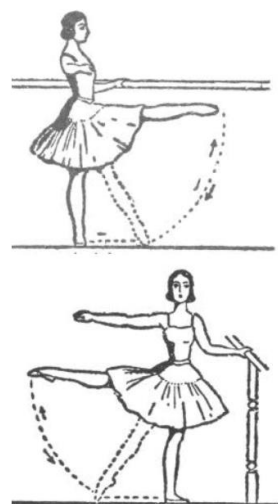
Slika 2. Pravilno (figura levo) i

Pogrešno (figura desno) postavljanje.



Slika 3. Maksimalna spoljna rotacija

donjih ekstremiteta.



Slika 4. Maksimalna ekstenzija noge

Prednoženje (figura gore) i odnoženje (figura dole)

Ova četiri ključna principa se odnose na baletsku definiciju tehnike. Svaki princip je zasnovan na položaju ekstremiteta i segmenata tela, i mogu se opisati kao kinematičke karakteristike. Kinematičke varijable ljudskog tela i kretanja mogu biti kvantitativno izmerene korišćenjem raznih instrumenata, ali i kvalitativno analizirane vizuelnim posmatranjem ljudskog oka (Ward, 2012).

3.1. Kvalitativna analiza baletske tehnike

Kvalitativna analiza je stematsko posmatranje i introspektivna procena kvaliteta ljudskog kretanja u svrsi pružanja najprikladnije intervencije za poboljšanje performansa. Ova analiza koristi se u svakodnevnom treningu pri dijagnostici, ispravljanju grešaka i prevenciji povreda, ali je takođe korisna u sticanju sportskog samopouzdanja ukoliko se primenjuje na ispravan način (Ward, 2012).

Kako bi se utvrdio nivo efikasnosti ove metode analiziranja, za učestvovanje u istraživanju tačnosti kvalitativne analize baletske tehnike angažovani su profesionalni i univerzitetski treneri baleta. Rekrutovano je 20 trenera, profesionalnih baletskih plesača i 20 univerzitetskih baletskih trenera. Zaključak koji proizilazi iz ove studije je da iskustvo u nastavi klasičnog baleta ima značajan uticaj na tačnost kvalitativne analize tehnike klasičnog baleta. Međutim, učešće u programu obuke profesionalnih plesača ili studenata ne utiče značajno na tačnost procene. Na pitanje da se fokusiraju na samo jednu oblast tela, treneri sa najmanje 10 godina iskustva pokazali su značajno bolju procenu „tačnih“ i „netačnih“ baletskih tehnika od trenera sa manje od 10 godina iskustva. Među trenerima u ranijim fazama njihove trenerske karijere (1-9 godina iskustva) utvrđena je značajna veza između godina iskustva i tačnosti kvalitativne analize, međutim to nije bio slučaj sa trenerima sa više od 10 godina iskustva. Primećeno je da tačnost posmatranja nije nastavila da raste. Uprkos poboljšanju tačnosti, tokom prvih 10 godina trenerskog iskustva, generalno gledano, najiskusnija grupa trenera postigla je samo prosečan procenat tačnosti ocena od 65%. Ovaj skromni rezultat ukazuje na to da, kada se posmatraju visoko kvalifikovani plesači, sposobnosti kvalitativne analize trenera klasičnog baleta mogu biti neefikasne. S tim u vezi predlaže se razvoj i upotreba alata za kvantitativnu analizu plesne tehnike (Ward, 2012).

3.2. Kvantitativne metode za analizu baletske tehnike

Stručnjaci koriste širok spektar opreme kojom mere i beleže vreme, kretanje, sile i time unapređuju znanje iz oblasti razvojne biomehanike, biomehanike vežbanja i sporta (uključujući i balet) i rehabilitacione biomehanike. Najčešće tehnike kojima stručnjaci širom sveta vrše testiranja i merenja su snimanje pokreta (kinematika), elektromiografija, dinamografija i dinamometrija (Koutedakis et al., 2008).

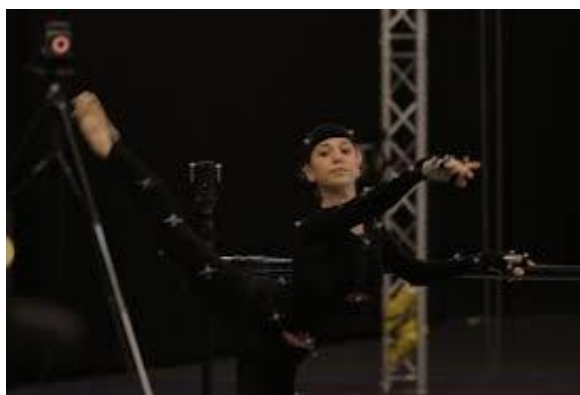
3.2.1. Snimanje pokreta

Razvoj metoda snimanja ljudskog pokreta proistekla je iz potrebe za novim informacijama o karakteristikama normalnog i patološkog ljudskog pokreta. Optički uređaji

korišćeni u biomehanici za ovu svrhu sadrže fotografiju, video i slike magnetne rezonance. Svi oni generišu kinematičke podatke iz kojih se mogu izračunati kinetički podaci (Koutedakis et al., 2008).

Najčešće metode za precizan 3D prikaz nekog pokreta zahtevaju laboratorijsko okruženje i markere na određenim delovima tela koji se testiraju (slika 5). Kamere beleže x, y i z koordinate svakog markera, a infracrveno svetlo markera omogućava automatsku digitalizaciju 2D lokacija markera koji svaka kamera vidi. Sa ispravnim instaliranjem i položajem kamere, 2D koordinate podataka mogu se kombinovati da bi stvorile 3D lokaciju markera. Implementacija ove tehnologije pruža jednostavne, brze i potencijalno značajnije podatke ljudskog kretanja u istraživanju i praksi. Uz pomoć ove metode istraživana je veza između simetrije ljudskog tela i baletskih mogućnosti. Povezanost ove dve varijable je veća kod muških nego kod ženskih baletskih plesača (Koutedakis et al., 2008).

Takođe, 3D snimanje pokreta može pomoći baletskim plesačima i njihovim trenerima pri identifikaciji tehnike koja zahteva korigovanje. Unapređivanjem baletske tehnike kroz bolju mišićnu koordinaciju smanjuje se rizik od povreda (Koutedakis et al., 2008).



Slika 5. *Snimanje ljudskog pokreta kinematičkom metodom.*

3.2.2. Elektromiografija

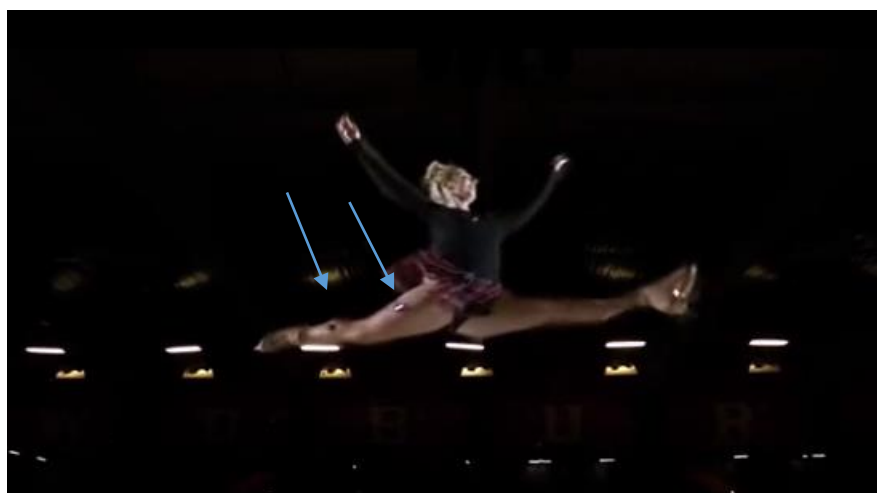
Elektromiografija (EMG) daje podatke o mišićnoj aktivnosti. Sastoji se od prijemnika, elektroda i sistema za prikupljanje podataka i beleži električne promene koje se javljaju u mišiću tokom ili neposredno pre kontrakcije ili se koriste igle koje se ubadaju u mišiće (Koutedakis et al., 2008).

Elektromiografijom velikih mišićnih grupa proučavane su karakteristike pokreta kod baletskih plesača i neplesača, sinhronizovano sa tehnikom snimanja pokreta (slika 6) i platformom sile (slika 7). Njihova ravnoteža je unapred, mehanički bila narušena kako bi se procenilo vreme početka i doslednost mišićne aktivacije. Rezultati su pokazali da baletski plesači imaju značajno brži neuromišićni odgovor i doslednost mišićne aktivacije što objašnjava njihovu sposobnost da održavaju ravnotežni položaj na maloj površini oslonca (Koutedakis et al., 2008).

Mišićna aktivnost se može izmeriti traženjem električne aktivnosti u mišićima uz pomoć Elektromiografije. Iako tehnika sa iglama obezbeđuje značajne informacije o stanju neuromišićnog sistema, poprilično je neprijatna; u većini EMG ispitivanja rađenih sa baletskim

plesačima korišćene su površinske elektrode koje omogućavaju informacije bez obzira na obrazac pucanja pojedinih mišićnih grupa. U poslednje vreme, najčešće se koristi ultrazvučni prikaz mišićne aktivnosti, posebno zadnjice i skočnog zgloba (Wilson & Kwon, 2008).

I ultrazvuk i EMG omogućavaju razumevanje mišićne aktivnosti koja proizvodi baletski pokret. Nedavna istaživanja u EMG i motornoj kontroli otkrila su mišićne minimume, koji su mišićne aktivnosti niskog inteziteta i rade na balansu sa maksimalnom mišićnom kontrakcijom. Ova informacija potvrđuje da se složeno ljudsko telo nalazi u geometrijski uravnoteženom neuromišićnom sistemu (Wilson & Kwon, 2008).



Slika 6. Elektromiografsko testiranje.

3.2.3. Dinamografija

Dinamograf beleži sile koje se ispolje tokom neke aktivnosti. Jedan takav uređaj je platforma sile (slika 7), koja je zapravo elektromehanička aparatura koja prikuplja električne signale proporcionalne sili koja se ispoljava. Najčešće se koristi prilikom merenja sile reakcije podloge između stopala i podloge tokom lokomotornih aktivnosti poput hodanja, trčanja i plesanja (Koutedakis et al., 2008).

U pokušaju da se proširi znanje o veličini i brzini stvaranja aksijalnih sila tokom plesanja u odnosu na istoriju hroničnih povreda i osteoartritisa, Simpson i Kanter su otkrili da određena kretanja, poput skokova, mogu da proizvedu značajne nivoe sile (do 14 puta veća od telesne težine baletskog plesača) što dovodi do prekomernog „habanja“ zglobova (Simpson & Kanter, 1997).



Slika 7. Platforma sile.

3.2.4. Dinamometrija

Dinamometrija podrazumeva korišćenje tenziometra, mehaničkih, kompjuterskih i ručno potpomognutih dinamometara, kao i kompjuterizovanu opremu sa izokinetičkim dinamometrima. Izokinetički dinamometar je sprava koja meri moment mišićne sile i brzinu rotacije segmenta tela ili celog tela (Koutedakis et al., 2008).

Mogu se koristiti:

- izokinetički režim otpora, reaktivni ekscentrični režim gde mašina reaguje samo na izlaznu snagu ispitanika; da bi inicirao pokret, baletski plesač, sportista ili pacijent mora da proizvede minimalnu količinu sile
- režim pasivnog kretanja koji omogućava ispitaniku da radi bezbedno koristeći propisane submaksimalne nivoe sile kombinujući izometrijsku, koncentričnu i ekscentričnu kontrakciju,
- izotonični režim koji omogućava brzini da varira tokom primene konstantne sile bez inercije,
- izometrijski režim koji je najčešće korišćen kada je bol povezan sa kretanjem faktor (Koutedakis et al., 2008).

Ponovljene kontrakcije, korišćenjem ove opreme, daju uvid u umor mišićnih grupa i kako specifičan trening aktivira ovaj aspekt mišićne aktivacije. Na primer, sa povećanom brzinom može doći do smanjenog ili nepotpunog aktiviranja brzih mišićnih vlakana tokom bilateralnih akcija u poređenju sa jednostranim ekvivalentima. Tako je dokazano da baletski plesači demonstriraju veću izdržljivost ekscentričnih ekstenzora kolena i raspolazu sa različitim karakteristikama mišićne snage u odnosu na neplesače (Koutedakis et al., 2008).

3.2.5. Analiza sila koje deluju na telo

U bilo kom pokretu, na baletskog plesača deluju razne unutrašnje i spoljne sile: gravitacija, težina i ubrzanje udova i moment sile u zglobovima. Kod svake vertikalne kretnje, odlazeći i vraćajući se ka podu, sile su uvećane povećanjem mase baletskog plesača. Sila reakcije podloge predstavlja silu koja deluje na telo pri njegovom dodiru sa tlom. Ona se meri tako što baletski plesač stane ili se kreće po platformi sile. Tada se otkriva promena težišta tela i sile koje se prenesu na telo tokom interakcije sa platformom. Podaci o sili reakcije podloge mogu se koristiti za razumevanje i definisanje efekata različitih načina kretanja, vrste obuće i podloge na kojima baletski plesači plešu. Ti podaci takođe pružaju informacije o silama koje se javljaju u telu baletskog plesača tokom kretanja, skokova, pa čak i u prevenciji nepotrebnih povreda (Wilson & Kwon, 2008).

Srinivasan i saradnici su dizajnirali pod osetljiv na pritisak, izrađen od modularnih prostirki koje se lako uklapaju u prostore raznih veličina. Ovaj pod omogućava podatke o količini i raspodeli sile koja se vrši na njoj i može se integrisati sa ostalim spoljnim sistemima za analizu pokreta i EMG-om (Wilson & Kwon, 2008).

3.2.6. Motorna kontrola

Problemi ravnoteže i gubitka iste bitni su u razumevanju strategije koju baletski plesači koriste tokom izvođenja nekih pokreta. Video analiza i tehnologija za analizu sile reakcije podloge omogućili su istraživačima da razumeju jednostavne obrasce kretanja baletskih plesača koji su povezani sa orijentacijom tela i održavanjem ravnoteže. Činjenica je da je održavanje ravnoteže suštinska veština u baletu, ali se baletski plesači više posvećuju prilagođavanju neurona i refleksa nego nekom specifičnom pokretu (Wilson & Kwon, 2008).

Mučino i saradnici otkrili su da treninzi baletskih plesača uspostavljaju motorne programe koji im omogućavaju da održe vertikalnu orijentaciju glave koristeći kontra-rotacionu tehniku translacije trupa, okrećući se oko zglobova kuka, kompenzujuću pokrete noge (Wilson & Kwon, 2008).

Još jedna komponenta motorne kontrole ima veze sa motornom regrutacijom. EMG beleži obrasce mišićne regrutacije koji prikazuju individualnu strategiju baletskog plesača pri izvođenju nekog kretanja. Ti individualni obrasci motorne regrutacije često pokazuju razlike između baletskih plesača dok vrše istu kretnju (Wilson & Kwon, 2008).

Balet karakterišu pokreti segmenata tela što zahteva mobilnost kičmenog stuba i omogućava da se pokreti u velikoj meri kompenzuju pokretima trupa. Ta kontrola trupa pomaže baletskim plesačima da njihovi baletski pokreti izgledaju lako i jednostavno. Dok baletski plesači, treneri i istraživači to znaju intuitivno ova istraživanja pružaju dokaz za razumevanje neuromotorne adaptacije koja je sastavni deo baletskog treninga. U vezi sa tim, svaki baletski plesač ima sebi svojstven način mišićne regrutacije i to je od ključnog značaja za njihov trening. Kretanje može izgledati isto, ali suptilna unutrašnja koreografija mišića, koji pokreću kosti je podjednako jedinstvena kao i sam baletski plesač (Wilson & Kwon, 2008).

3.2.7. Pokreti segmenata tela i zglobova

Često se biomehanička istraživanja fokusiraju na međusobne odnose između pokreta u zglobovima i pokreta celog tela. Ovaj pristup otkriva koji efekat pokret, nekog segmenta tela, ima na ostale zglobove. Koristi se za procenu oporavka, ali i da obezbedi osnovne podatke zdravih baletskih plesača. U prvom slučaju, Bronner i njegovi saradnici koristili su 2D analizu pokreta da izuče baletske plesače sa oporavljenim prednjim ukrštenim ligamentima, i zabeležili su da povreda jednog zgloba može uticati na promene celog tela, pa čak i na ekstremitete koji nisu deo povrede (Wilson & Kwon, 2008).

3.2.8. Mišićna snaga

Najveći doprinos biomehanike u relaciji sa ljudskim fizičkim performansama jeste mogućnost beleženja mišićne snage (Slika 8). Biomehanički dinamometri se najčešće koriste da bi se dobili podaci o napetosti razvijene između različitih mišićnih grupa baletskih plesača. Tako znamo da baletski plesači, generalno, proizvode manje snage nego većina drugih sportista, pa su čak i plesači modernog baleta snažniji nego plesači klasičnog baleta. Ispostavilo se da balerine imaju najmanje mišićne snage, proizvodeći svega 77% snage predviđene njihovoj kilaži. Smanjen nivo mišićne snage u korelaciji je sa povećanim mogućnostima od povrede (Koutedakis et.al., 2008).

Novija biomehanička istraživanja vezana za mišićnu snagu kod baletana i balerina su sledeća:

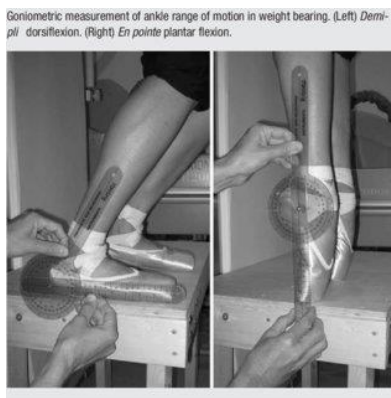
1. Suprotno od uobičajenog verovanja da je jedna strana tela jača od druge, studije snage kod baletskih plesača pokazale su da ne postoje razlike u snazi između leve i desne noge.
2. Kod mišićnog nivoa, nema očitih funkcionalnih razlika vezanih za proizvodnju sile kod individua koje praktikuju različite fizičke aktivnosti, poput baleta i veslanja.
3. Dodatni treninzi snage doprinose poboljšanju snage i kod muških i kod ženskih baletskih plesača, bez da se ugroze „umetnički kvaliteti“ i plesne sposobnosti (Koutedakis et al., 2008).



Slika 8: Testiranje snage levog velikog sedalnog mišića (lat. *m.gluteus maximus*)

3.2.9. Testiranje pokretljivosti

Instruktori baleta imaju brojne načine za procenjivanje fleksibilnosti, jer je jednom metodom, zbog kompleksne prirode ljudskog pokreta, to nemoguće. Iako je opseg pokreta ograničen, može se pažljivo izmeriti korišćenjem goniometra (slika 9). On se najčešće koristi za dobijanje informacija o položaju delova ekstremiteta u odnosu na zglobnu osu, dok elektronski goniometar uključuje i potencijometar (varijabilni otpornik) na osi rotacije. Elektrogoniometar pruža količinu napona proporcionalnu uglu zgloba, koji se može izmeriti, skalirati i snimiti. Ova informacija se može iskoristiti za procenu fleksibilnosti pri dijagnostici, rehabilitaciji i u planiranju treninga. Mehanički ili elektronski goniometar je najčešće korišćena biomehanička metoda za određivanje opsega pokreta i kod muških i kod ženskih baletskih plesača. Sa druge strane, mnogi mladi baletski plesači, pre audicije za određenu baletsku školu, već imaju određen, neophodan opseg pokreta, odnosno nivo fleksibilnosti, jer te škole to i zahtevaju. Ovakvi striktni režimi uspešni su da pretvore balet u aktivnost koju vrše izuzetno fleksibilne individue, koje su selektivno razvile razne karakteristike u poređenju sa ostalim individuama koje se bave ili ne bave nekim sportom. „Fleksibilni“ baletani i balerine mogu da podnesu znatno veći nivo stresa preko onoga čemu se manje fleksibilne osobe odupiru (Koutedakis et al., 2008).



Slika 9: Goniometrijsko merenje opsega pokreta u skočnom zglobu kroz dorzalnu i plantarnu fleksiju.

4. PRIMENA BIOMEHANIKE U OSNOVNIM BALETSKIM ELEMENTIMA

Kao što je navedeno ranije, postoji 7 tipova pokreta koji se izvode u baletskom repertoaru, od kojih ćemo 3 najzahtevnija analizirati za potrebe ovog rada i baletski položaj tela koji ne spada u gore navedenu grupaciju, ali je temelj za njihovo izvođenje.

Prvo i osnovno pravilo baleta je da se telo drži u određenim neprirodnim položajima iz kojih se izvode svi ostali elementi. Ti položaji su zapravo **5 baletskih pozicija** koje imaju svoje zakonitosti i postoje zbog estetskih razloga, kako bi telo i sam ples izgledali lepše, lakše i gracioznije a vremenom je to postalo sastavni deo baletske tehnike.

An poante (fra. *en pointé*) je deo tehnike klasičnog baleta koja podrazumeva hod u špic patikama na vrhovima prstiju. Nastala je od želje da balerine deluju izduženo i lako, kao da nemaju težinu. Iako i baletani i balerine znaju ovu tehniku, najčešće je izvode žene. Neophodno je obimno i posvećeno treniranje kako bi se razvila pravilna tehnika i snaga za izvođenje plesa na pointu.

Grand žete (fra. *grand jeté*) je definitivno jedan od najtežih baletskih skokova i zahteva kontinuirano istezanje donjih ekstremiteta kako bi se održala neophodna fleksibilnost. Dok ga izvodi, baletski plesač skače sa jedne noge na drugu izvodeći takozvanu špagu u vazduhu. Izuzetno je važno da skok izgleda graciozno, lagano, kao da baletski plesač lebdi. Osim fleksibilnosti, potrebna je i određena količina snage u nogama kako bi skok tako izgledao, ali i brzina i koordinacija. Tu se javlja biomehanička kontradiktornost: Kako proizvesti veliku silu iz velike dužine mišića?

Pirueta je izolovani sistem sa unutrašnjom vertikalnom osom rotacije koja prolazi kroz telo.

Fuete (fra. *fouetté*) pirueta je kontinuirana rotacija sa bičevanjem slobodne noge i ruku, savijanjem i opružanjem potporne noge.

4.1. Baletski položaj tela

4.1.1. Prva baletska pozicija

1. Stav spetni, predručenje ulučeno nisko (slika 10).
2. Kreirati horizontalnu tenziju između kukova rotirajući zglob kuka spolja. Ovaj princip je najčešće ograničen na 180 stepeni, osim ukoliko je neko obdaren hiperomobilnošću i prevelikom pokretljivošću. Tenzija ne prestaje jer glava i vrat butne kosti moraju da se zaustave kada dođu u kontakt sa zglobnom čašicom karlice.
3. Kreirati tenziju pregibačima zgloba kuka povlačeći slabinsko-bedreni mišić (lat. *m. illiopsoas*) u trup i koristeći terzijski mišić (lat. *m. sartorius*) i češljasti mišić (lat. *m. pectineus*) da pritisnu dole i spolja. Na taj način se dobija vizuelni osećaj izdignutosti iznad kukova.
4. Još jedan način kreiranja napetosti je korišćenje donjeg dela mišića gluteusa i gornjeg dela zadnje lože kako bi kreirali podršku karlici.
5. Ne izdizati luk stopala, jer da bi to moglo da se izvede pravilno, potrebno je da sve tetive stopala budu potpuno razvijene. To se može kompenzovati prebacivanjem većeg dela oslonca na prednji deo stopala, a protivtežu napraviti pritiskom na pete. Time se stvara trougao za ravnotežu težine i napetosti u nogama na vrhovima stopala.
6. Postaviti karlicu iznad centra skočnih zglobova
7. Pogled, brada usmereni na gore
8. Spustiti ramena
9. Uvek održavati 4 frontalne tačke ramena i kukova u ravni



Slika 10: Prva baletska pozicija.

Zanimljiva činjenica u vezi sa decom je da kosti i ligamenti jednog petogodišnjaka nisu potpuno razvijeni i postavljeni, pa su zbog toga u mogućnosti da preoblikuju stopala i noge i da se istegnu u „minus“ Dokle god dete nije sposobno da razmišlja o sopstvenom telu i o tome kako

ono funkcioniše, ne bi trebalo da radi baletske pozicije, jer može doći do toga da koriste pogrešne mišiće samo da bi došli do traženog položaja (King, 2016).

Stav u prvoj poziciji podrazumeva spojene pete, a prste okrenute spolja, potpuno opružene. Od kritične važnosti je da je oslonac na celim stopalima, da ne dođe do pronacije ili supinacije jer može dovesti do povrede Ahilove tetive i povećanog rizika od uganuća skočnog zgloba (King, 2016).

4.1.2. Druga baletska pozicija

1. Stav raskoračni, pete unutra, odručiti obema lučno (slika 11).
2. Razmak između nogu je u širini ramena.
3. Četvoroglavi mišić buta opušten.
4. Terzijski mišić uvučen.
5. Zadnja loža izdužena i rotirana napred.
6. Mišići zadnje lože potkolenice izduženi.
7. Luk stopala opušten.
8. Ramena spuštена.

Nakon principa prve pozicije, druga baletska pozicija (slika 11) je sledeća koja se uči i podjednako je zahtevna kao i prva. U drugoj, manjak ili previše rotacije je više prisutan nego u prvoj. Velika greška u drugoj poziciji je širina, odnosno koliko je potrebno da se raskorači. Sve zavisi od vrste plesa. U klasičnom baletu se zahteva da bude u širini ramena, a u savremenom plesu još šire. Što je širi stav to je potrebno više podrške kukova i terzijskog mišića, posebno ukoliko se radi počučanj. Širina stava govori o tome koliko je snažan plesač. Da bi bio na vrhovima prstiju, plesač može raskoračiti samo onoliko koliko je snažan da bude iznad vrhova prstiju (King, 2018).

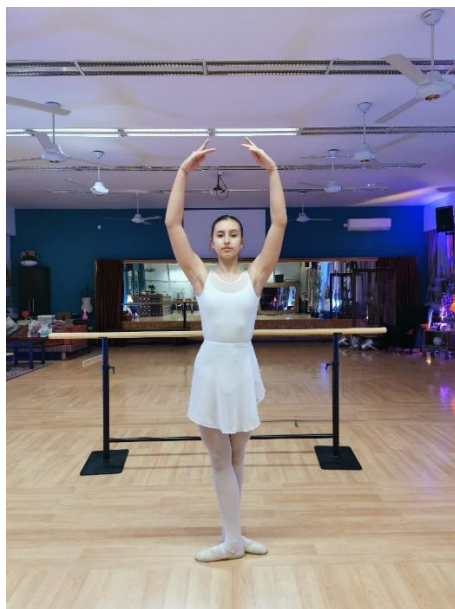
Druga pozicija pokazuje telo u svim proporcijama. Kao Da Vinčijev Vitruvijev čovek, svi udovi su rašireni. Neophodno je u isto vreme kontrolisati telo i energiju u njemu. Stajanjem u drugoj poziciji, ne samo da bi trebalo da se vodi računa da su kukovi podjednako između stopala, već je neophodno i izravnati kukove da se ne nalaze iza ili ispred stopala. Najčešća greška kada se radi počučanj (fra.*demi plié*) je ta što se kukovi pomere u nazad i na taj način se povećava nivo stresa unutar kolena što dovodi do povrede. Druga pozicija omogućava da se zaista oseti rotacija zadnje strane nogu jer se noge ne dodiruju. Ukoliko se radi ispravno, omogućiće počučanj sa tačnim poravnanjem kolena bez pritiska na pogrešnim mestima (King, 2018).



Slika 11: *Druga baletska pozicija.*

4.1.3. Treća baletska pozicija

Da bi se uradila treća pozicija (slika 12) neophodno je da se počne iz prve, ili pete pozicije i da se peta jednog stopala pomeri na sredinu drugog. Ostatak tela ostaje isti, a stopala moraju biti podjednako otvorena.



Slika 12: *Treća baletska pozicija*

4.1.4. Četvrta baletska pozicija

1. Stav raskoračni.
2. Stopalo jedne se nalazi ispred stopala druge noge.
3. Prsti oba stopala umereni spolja.
4. Predručiti ulučeno jednom, odručiti ulučeno drugom.

Četvrta baletska pozicija je važna jer se iz nje kreću različite piruete (slika 13). Jedno stopalo je ispred drugog, a razmak između njih je dužine jednog stopala. Kao i za sve ostale i za

ovu poziciju važi da su stopala podjednako otvorena od centra tela. Bitno je da se peta noge koja stoji napred ravna sa prstima noge koja stoji pozadi.



Slika 13: Četvrta baletska pozicija.

4.1.5. Peta baletska pozicija

1. Stav raskoračni.
2. Stopalo jedne se nalazi ispred stopala druge noge.
3. Stopala se “preklapaju” čitavom dužinom.
4. Prsti oba stopala usmereni spolja.
5. Peta noge koja je postavljena napred dodiruje prste noge koja je postavljena nazad.

Stajanje u ovoj poziciji može biti najlepší osećaj na svetu ali isto tako je jedna od najneprirodnijih pozicija za telo baletskih plesača (slika 14). Prilično je bolno, ali daje najdužu liniju noge, a pre svega, dobro je merilo kvaliteta okreta, položaja tela i tehnike. Idealna peta pozicija podrazumeva stopala u prvoj poziciji, ali postavljena usko jedno ispred drugog, preklapajući noge i formirajući dve dijagonalne linije. Prsti uz petu, a petu uz prste. Ovaj položaj stvara usku liniju kukova, a dovodi telo do najduže pozicije. Međutim, nije lako postići ovaj položaj. Osim što se mora razumeti kako gornji deo tela funkcioniše, kako se trup izdiže, jako je bitno razumeti kako koristiti mišiće zadnje strane noge, u suprotnom će se telo iskriviti (King, 2018).

Ni u jednoj poziciji, pa ni u ovoj ne treba grčiti mišiće kvadricepse. Osim što su noge prave, kolena bi trebalo da budu uperena spolja i totalno opružena. Dobra peta pozicija sadrži isprepletana kolena koja se ne dodiruju i to bi bilo 180 savršenih stepeni otvorenosti. Sa druge strane, nikada ne treba forsirati tih 180° jer može doći do oštećenja kolena, kukova, skočnih zglobova i lumbalnog dela kičme (King, 2018).



Slika 14: *Peta baletska pozicija*

4.2. An poante

Plesanje na vrhovima prstiju zahteva potpunu plantarnu fleksiju stopala formirajući ugao u skočnom zglobu od 180° (slika 15). Vrh baletanke (eng. *box*) i specifičan, neprirodan položaj stopala imaju veliku ulogu u održavanju ravnoteže dok je plesač na vrhovima prstiju (Shah, 2010).

Običnim hodaњem u špic patikama duplira se pritisak na stopalo u odnosu na bosonogo hodaњe (41 N/cm^2 vs 86 N/cm^2). Podizanjem na vrhove prstiju sa oslonca na celom stopalu povećava pritisak na 115 N/cm^2 . Plesač nosi svu svoju težinu na vrhovima prstiju, koji su u relativno neutralnom položaju u odnosu na uzdužnu osu stopala. Prosečan pritisak na vrh baletanke dok je plesač na vrhovima prstiju je 220 psi ili 1.5 MPa. Većinu telesne težine nose palčevi (0.14-0.58 Mpa) bez obzira na dužinu drugog prsta. Špic patike upijaju deo udarca pri doskocima, ali se opterećenje raspoređuje i na stopalo i na zglobni kompleks (Shah, 2010).



Slika 15: *An poante.*

Jedna studija o razlikama u sili reakcije podloge između baletskog doskoka na celo stopalo i vrhove prstiju pokazala je da je sila reakcije podloge na point jednaka 72,17% maksimalne sile reakcije podloge kod doskoka preko celog stopala i može se objasniti na tri načina:

1. Plesači su skakali sa vrhova prstiju na vrhove prstiju što uveliko smanjuje visinu skoka jer je površina oslonca znatno manja, a samim tim i snaga gležnja koji je u relativno krutom položaju, pa nije mogao da proizvede dovoljno visok skok.
2. Plesači nisu bili dovoljno vešti u skokovima sa vrhova prstiju na vrhove prstiju, pa im koordinacija nije razvijena kao kod doskoka na celo stopalo, jer se to uči tek kada se dostigne visok nivo stručnosti.
3. Plesači, svesno ili nesvesno, znaju da doskok na vrhove prstiju može dovesti do povrede palca ukoliko doskoče prejako, jer je baza doskoka špic patike znatno manja nego kod celog stopala (Chockley, 2008).

Pri doskoku na celo stopalo razlikuju se 3 faze, a svaka od njih je u direktnoj korelaciji sa količinom sile koju deo stopala apsorbira kako bi zaštitio ostatak noge. Zato ima smisla da je najkraća faza između inicijalnog kontakta prstiju i jagodica stopala. Sledeća najkraća faza je između inicijalnog kontakta jagodica stopala i pete o tlo. Najduža faza je faza u kojoj zglobovi upijaju ostatak sile reakcije podloge i omogućavaju stabilan sledeći skok (Chockley, 2008).

Kod doskoka na vrhove prstiju javljaju se dve faze. U prvoj je stopalo izloženo velikoj količini „šoka“ sile. Nakon toga, kada proprioceptori gležnja informišu mozak da je gležanj bezbedan, otpušta se šok i skuplja se energija za sledeći skok. Ova faza relaksacije traje duplo

duže od faze šoka, zbog činjenice da kada je u pokretu, gležnju je potrebno određeno vreme da kontrakuje i opusti mišiće bezbedno, umesto da održava ukočenost (Chockley, 2008).

Još jedno zanimljivo zapažanje ima veze sa celokupnim trajanjem faze doskoka na vrhove prstiju i na celo stopalo. Celokupno trajanje sve tri faze doskoka na celo stopalo je 0.110 sekunde, nasuprot celokupnom trajanju doskoka na vrhove prstiju koje iznosi 0.053 sekunde. Zaključak je da, donji ekstremiteti duplo duže apsorbuju silu reakcije podloge pri doskoku na celo stopalo u odnosu na doskok na vrhovima prstiju. Ovo je važno, jer iako je srednja vrednost maksimalnih sila reakcija podloga slična kod ove dve vrste doskoka, ako se visina skoka dovede u razmatranje, konačna količina „šoka“ (sile za određeno vreme) koje telo upije se veoma razlikuje. U prevodu, ukoliko je maksimalna udarna sila ista za obe vrste doskoka, doskok na vrhove prstiju bio bi rizičniji zbog neelastičnosti tkiva i nemogućnosti da apsorbuje sile u duplo kraćem vremenskom periodu u odnosu na doskok na celo stopalo (Chockley, 2008).

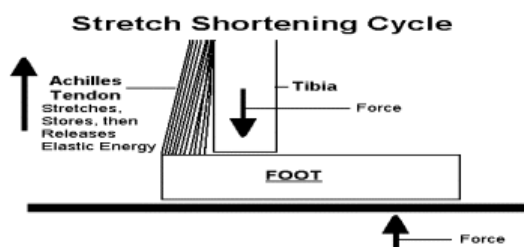
4.3. Grand žete

Svi plesni skokovi, pa i grand žete, sastoje se od 4 faze (Kalichova, 2011):

1. Priprema
2. Odskok
3. Faza leza
4. Daskok

1. Faza - priprema je zapravo zalet (slika 16). Pre inicijalnog skoka plesač sakuplja određenu količinu horizontalne brzine koja, u slučaju pravilne izvedbe, poboljšava performanse skoka, pogotovo u fazi odskoka. Tokom ove faze, plesač iz stanja mirovanja započinje horizontalno kretanje, sa ciljem postizanja maksimalne brzine pre faze odskoka. Kako bi razumeli kako je horizontalno kretanje nastalo iz stanja mirovanja, potrebno je da poznamo i Njutnove zakone. Pre faze pripreme, mirovanje plesača opisuje 1.Njutnov zakon. Postoje dve sile koje utiču na plesača, one su jednake po veličini ali im se razlikuju pravci (3.Njutnov zakon) – Gravitaciona sila koja deluje kroz težište tela i sila reakcije podloge. Cilj pripremne faze je da sakupi što više horizontalne brzine pre ulaska u fazu odskoka.

Pride velikoj horizontalnoj brzini neophodnoj visokom skoku, vertikalna brzina, koja daje visinu skoku, a samim tim i vreme za „lebdenje u vazduhu“, takođe je jako bitan faktor. Plesač mora da žrtvuje deo horizontalne brzine kako bi sakupio vertikalnu, da bi imao dovoljno vremena da izvrši potpunu ekstenziju nogu, pri najvišem delu skoka u vazduhu. Da bi to postigao, umesto da se gura od pozadi (kao što čini da bi postigao horizontalnu brzinu), mora da se gura odozdo-gore pre odskoka. Neposredno pre odskoka, gravitaciona sila deluje na plesača vertikalno dole od težišta tela, a sila reakcije podloge vertikalno gore. Stoga, da bi prikupio vertikalnu brzinu, koja prethodi fazi odskoka, plesač mora da ispolji silaznu silu o pod, koja prevazilazi težinu tela. To se postiže počučnjem odskočne noge. Dubina počučnja i vreme neophodno plesaču da iz najdubljeg dela počučnja dođe do potpune ekstenzije kuka, kolena i skočnog zgloba imaju uticaj na količinu brzine koja se generiše za odskok. Dubina počučnja je krucijalna za stvaranje velike odskočne brzine. Povećanjem počučnja pre odskoka, opseg pokreta kuka, kolena i skočnog zgloba se povećava. Nakon toga, količina vremena za primenu sile se povećava, proizvodeći veću promenu zamaha, što se pretvara u veći impuls. Počučanj, koji je izrazito dubok, iako omogućava vreme leta, suprotstavlja se prethodno prikupljenoj horizontalnoj brzini, pa samim tim i trpi horizontalno izvođenje veštine. Nasuprot tome, nedovoljno dubok počučanj neće omogućiti dovoljno vremena za primenu sile i oštetiti će se vertikalna brzina. Takođe, ovo može biti podržano odnosom dužine i tenzije i ciklusom skraćivanja istežanja (Dijagram 1) (Kalichova, 2011).



Dijagram 1: Dijagram ciklusa skraćivanja istežanja u odnosu na stopalo.

Kada je peta u dodiru sa podom i koleno blago savijeno upočinju, formira se poprečni most, što dovodi do poboljšanja sposobnosti mišića da generiše silu. Štaviše, obim počinja omogućava stvaranje napetosti kroz elastične komponente mišića tokom ekscentrične kontrakcije plantarnih fleksora. Brzim opuštanjem zgloba kuka, kolena i skočnog zgloba odskočne noge nakon ove ekscentrične kontrakcije, može se stvoriti snažnija koncentrična kontrakcija plantarnih fleksora, omogućavajući veću visinu, a samim tim i više vremena u vazduhu tokom faze leta. Preporučuje se da odskočna noga bude u umerenom počinju kako bi bila u idealnoj poziciji za proizvodnju sile.



Slika 16: Faza pripreme.

2. Faza – Odskok: Tokom ove faze dolazi do smanjenja uglova segmenata odskočne noge (slika 17). Simultano sa ovom fleksijom dolazi do istezanja odskočnih mišića. Elastična sila sprečava ovo istezanje, a to rezultuje povećanjem elastične potencijalne sile mišića. Zbog toga se transformiše u kinetičku energiju. Nakon izvršenja horizontalne brzine stečene zaletom u kosom pravcu, potrebno je podići odskočnu nogu dok su mišići kontrahovani. Sve ovo podržava zamah prednje (slobodne) noge, gornji ekstremiteti ali i posledično pomeranje impulsa u trup (Kalichova, 2011).

Grand žete zahteva kosi odskok. Mehanički princip odskoka je primarno angažovanje segmenata koji su najdalje od tačke oslonca i faze leta, pa redom do najbližih—gležanj i metatarzalni zglobovi. Tako se stvaraju preduslovi za efektivan odskok. Odskočna sila, koja vodi do translatorskog kretanja, “juri” ka težištu tela, koje se nalazi ispred oslonca. Ovo prebacivanje ravnoteže, a time i ugla između oslonca i odskočne sile, ima direktan uticaj na veličinu elevacionog ugla. Brzina odskoka takođe zavisi i od pokreta gornjih ekstremiteta, ali primarno od zamaha prednje (slobodne) noge (Kalichova, 2011).



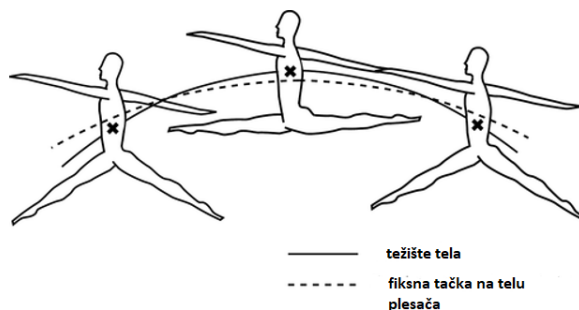
Slika 17: *Faza odskoka.*

3.Faza – Faza leta: Nakon poletanja (odskoka), oslonac tela više ne postoji (slika 18). Zbirom horizontalne i ugaone brzine plesač nastavlja kretanje pod određenim uglom i određenom brzinom. Impuls sile utiče na brzinu i visinu kretanja. Horizontalni i vertikalni elementi veličina koje opisuju kretanje težišta su nezavisni jedan od drugog. Međutim, elevacioni ugao zavisi od odnosa njihovih veličina. Ukoliko izostavimo otpor vazduha, horizontalni elementi brzine kretanja su konstantni. Vrednost vertikalnog elementa brzine je promenljiva. U trenutku kada je element brzine jednak nuli telo dostiže vrh njegove putanje (Kalichova, 2011).

Las u svojoj publikaciji naglašava stvaranje iluzije lebdenja, koja se može stvoriti pomeranjem telesne konstrukcije tokom leta. Iako centar gravitacije pravi paraboličnu putanju, relativni položaj centra gravitacije može se pomeriti na telo. U trenutku kada plesač napušta površinu oslonca gornji i donji ekstremiteti su mu prilično nisko, a centar gravitacije se nalazi u abdomenu. Kada centar gravitacije nastavi da se uzdiže u paraboličnu putanju (slika 19), težište tela može biti podignuto podizanjem gornjih i donjih ekstremiteta. Sa optimalnim tajmingom stvara se iluzija lebdenja (Kalichova, 2011).



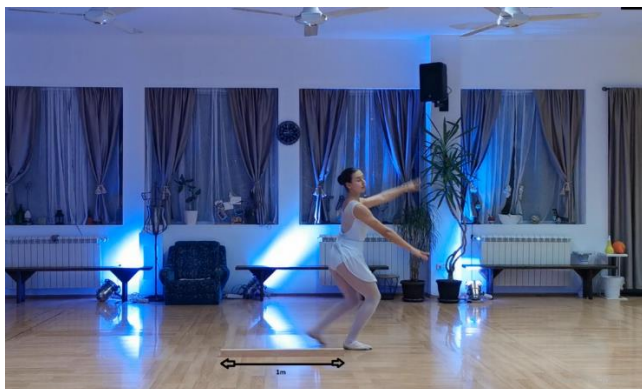
Slika 18: *Faza leta.*



Slika 19: *Trajektorija težišta tela tokom faze leta.*

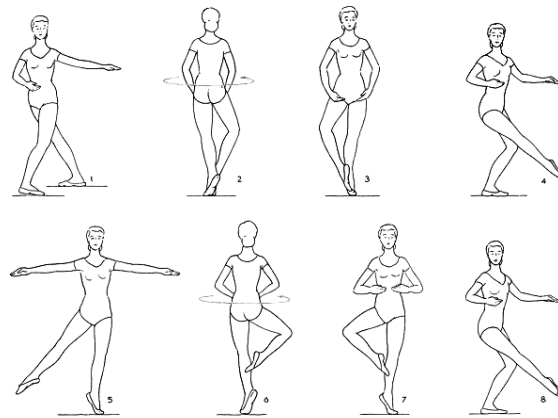
4.Faza – Doskok: poslednja faza grand žetea je faza doskoka, pri kojoj prednja, zamajna noga dolazi u kontakt sa tlom (slika 20). Tokom sletanja, impuls gura telo na dole, što je bitno da bude kontrolisano ekscentričnom kontrakcijom mišića. Kako bi mišići bili u mogućnosti da rade najefikasnije i duži vremenski period, neophodno je da noga bude neposredno pre doskoka potpuno rastegnuta kako bi joj mišići imali izometrijsku napetost. U ovoj finalnoj fazi skoka, najbitnije je postići balans što pre i zadržati ga. Prema Tarasovu, doskočna noga trebalo bi da bude pod uglom od 45° u odnosu na vertikalnu osu, dok bi zadnja trebalo da bude pod uglom od 90° (Kalichova, 2011).

Prilikom doskoka, plesač mora da kontroliše impuls kako bi smanjio uticaj sile reakcije podloge, u suprotnom veće su šanse za povredu. Plesači najčešće koriste dve tehnike doskoka kako bi kontrolisali impuls. Uobičajena veština kojom se plesači uče je pomeranje stopala prema gore u odnosu na težište tela pre trenutka doskoka. Prema Lawsu (2002), ova tehnika pomaže u smanjenju brzine spuštanja stopala pre samog doskoka. Dodatno, potrebno je doskočiti na podnožje sa “mekanim” zglobovima, kako bi se postigao punu obim pokreta na doskočnoj nozi, a to bi povećalo vreme doskoka. Povećanjem vremena doskoka, prosečna sila potrebna za promenu impulsa tela će se smanjiti, čime se smanjuju mogućnosti od povreda prilikom doskoka.



Slika 20: *Faza doskoka.*

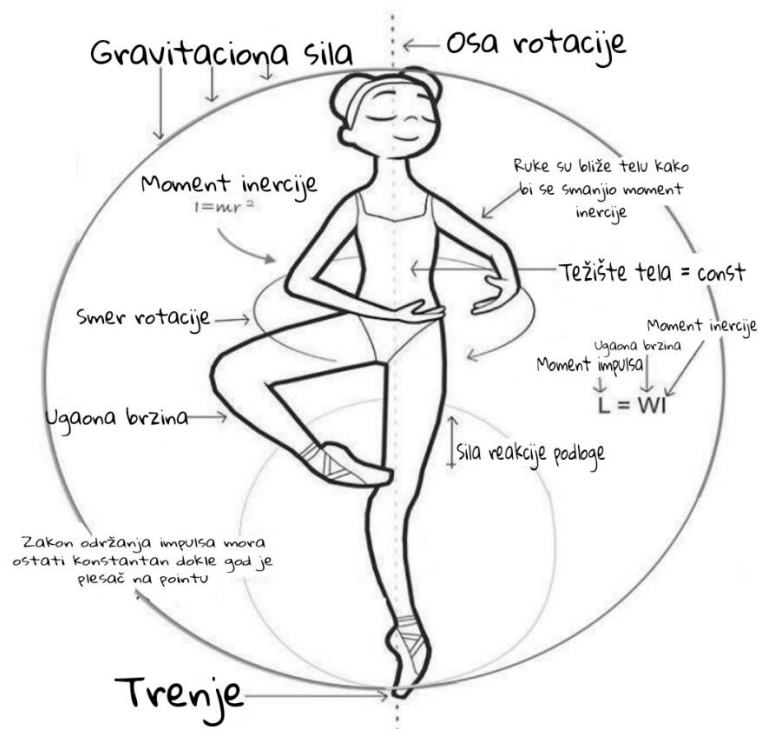
4.4. Fuede



Slika 21: Tehnika izvođenja Fuede piruete; nakon 8.pozicije ponavljaju se 5.6.7. i 8.pozicija

Prva tri položaja (slika 21) predstavljaju uvod u Fuede piruetu, nakon čega se položaji od 4. do 8. ponavljaju do kraja. To nam govori da se radi o periodičnom kretanju jer se ponavlja na isti način.

Podizanjem na vrhove prstiju stajne noge (Slika 22) smanjuje se trenje koje se javlja između poda i stopala. Taj pokret je izuzetno važan jer stvara inicijalni moment impulsa od kojeg zavisi dalja ugaona brzina. Savijanjem slobodne noge i skupljanjem ruku smanjuje se moment impulsa, a povećava ugaona brzina kako bi zakon održanja impulsa ostao stalan. Između dve piruete, balerina se na delić sekunde zaustavi, okrenuta licem prema publici, stajnu nogu spusti na petu, a rukama i slobodnom nogom pravi zalet, akumulirajući u njoj moment impulsa. Kada se slobodna noga savije u zglobo kolena taj moment impulsa se transportuje u ostatak tela dok se stajna noga ponovo penje na prste i dok se vrši ponovna rotacija. Kako balerina opruža i savija slobodnu nogu, tako se moment impulsa naizmenično kreće napred-nazad iz noge u telo i obrnuto održavajući rotaciju (Sugano 2016).



Slika 22: Principi fizike koji se javljaju tokom izvođenja Fouetté piruete.

Vrsna balerina može izvesti više od dva okreta bez zaustavljanja na dva načina:

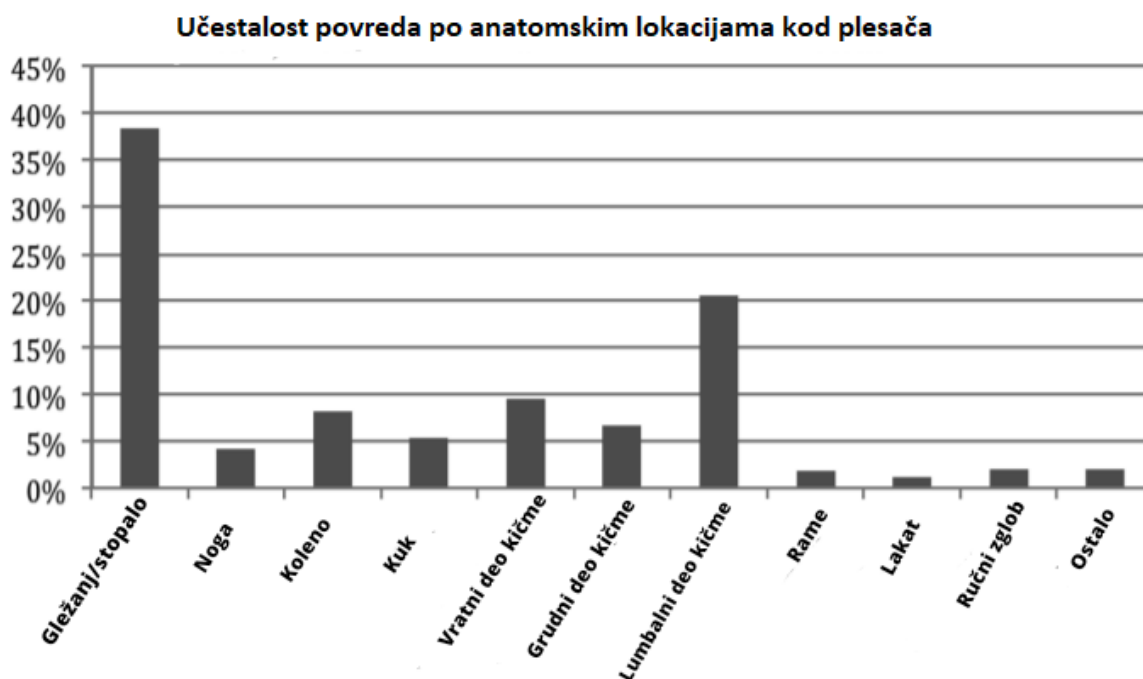
1. Može da opruži nogu ranije. Što je noga duže opružena to skladišti više momenta impulsa koji odlazi u telo kada se ona savije u zglobov kolena, a sve to zajedno znači više okreta pre nego što se javi potreba da se nadomesti ono što je izgubljeno prilikom trenja.
2. Može da približi ruke i nogu što je bliže moguće telu prilikom rotacije na vrhovima prstiju. Kao i svakom drugom piruetom, pa tako i ovom upravlja moment impulsa koji je jednak proizvodu ugaone brzine i momenta inercije i on mora ostati konstantan dokle god se balerina rotira na vrhovima prstiju. To se zove **Zakon održanja momenta impulsa**. Moment inercije se može smatrati otporom tela rotacionom kretanju. On se povećava kada se više mase rasporedi dalje od ose rotacije, a smanjuje se kada se masa rasporedi bliže osi rotacije. Zato, kada balerina približi ruke telu, moment inercije se smanjuje. Da bi se sačuvao moment impulsa, ugaona brzina mora da se poveća omogućavajući da je ista količina akumuliranog impulsa nosi kroz nekoliko okreta (Sugano 2016).

Na celokupnu tehniku izvođenja bilo koje, pa i ove Fouetté piruete, trebalo bi da se doda da se glava ne rotira istovremeno sa ostatkom tela, već kasni, odnosno fokus balerine je ka publici do poslednjeg trenutka koji telo dozvoljava. Nakon toga se naglim pokretom glave u smeru rotacije dodaje određeni moment impulsa koji doprinosi ukupnom momentu impulsa tela i završava rotaciju u isto vreme kao i ostatak tela.

5. BIOMEHANIČKA ANALIZA POVREDA U BALETU

Plesači su ujedno i umetnici i atlete, jer izvode kompleksne umetničke rutine koje zahtevaju visok nivo sportskih mogućnosti. Stoga, plesače vrebaju opasnosti od povreda koje mogu da utiču na nastup, ali i na karijeru.

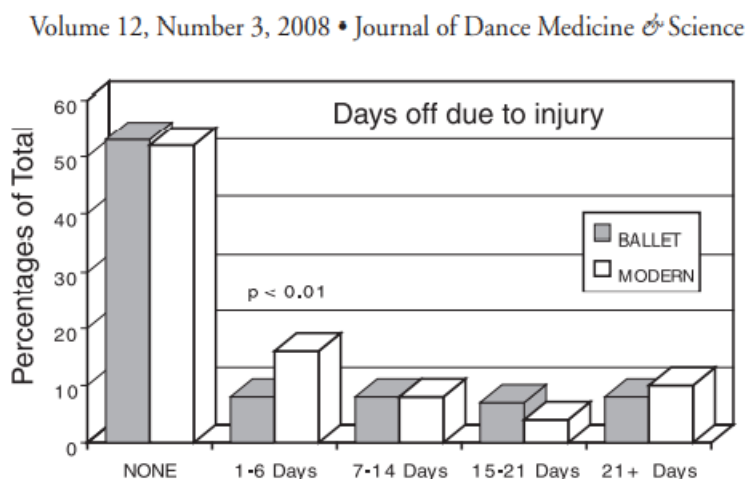
Desetogodišnja studija u periodu od 2000. do 2010. godine, u jednoj plesnoj kompaniji, pokazala je najčešće povrede plesača (Dijagram 2) (Ramkumar, Farber, Arnouk, Varner, McCulloch, 2016).



Dijagram 2: Učestalost povreda po anatomskim lokacijama.

Prema Svetskoj Zdravstvenoj Organizaciji, zdravlje je definisano kao stanje kompletnog fizičkog, mentalnog i društvenog blagostanja. Ova definicija prevazilazi tradicionalno shvatanje zdravlja kao odsustvo neke bolesti ili povrede. Većina plesača gleda na zdravlje isključivo kao na odsustvo neke povrede zglobova, kostiju ili mišića koja ih sprečava da izvode njihove baletske zadatke. Kao odgovor ovom tradicionalnom stanovištu, većina dostupne literature u baletskoj medicini i nauci se bavi povredama i njihovim lečenjem. Stvorena je cela jedne kultura posvećena lečenju, a koja posvećuje malo pažnje prevenciji tih povreda i eliminaciji zdravstvenih rizika. Tokom poslednjih 50 godina, studije o mehaničkom reagovanju tela na razne uticaje, dovele su do brojnih prednosti biomehaničke relevantnosti. To uključuje formulaciju metrike povrede, klasifikaciju povrede i mogućnosti rizika. Istraživanje je otkrilo da profesionalni plesači imaju 90% šansi za povređivanjem tokom karijere, dok je povreda načešći razlog odsustva sa treninga. U periodu od 12 meseci, skoro 50% velikog uzorka profesionalnih plesača prijavili su 1 do 6 slobodnih dana zbog povrede mišićno-skeletnog aparata (Dijagram 3).

Lumbalni deo kičme je najčešće povređen, uključujući i povrede karlice, nogu, kolena i stopala i čine 90% povreda. I spoljni (način kretanja) i unutrašnji faktori (anatomske abnormalnosti) doprinose razvoju tih povreda. Loše držanje tela povećava stres na kosti i ligamente, simultano, povećava se i rizik od povrede. Nizak nivo utreniranosti takođe može dovesti do povrede (Koutedakis et al., 2008).



Dijagram 3: Procentualni udeo slobodnih dana nakon povrede baletskih i modernih plesača.

GENERALNI UZROK	SPECIFIČAN UZROK
NEADEKVATAN TRENING	Nedovoljno zagrejano telo Ponavljajuće skakanje
LOŠA TEHNIKA	Loš položaj stopala pri demipointu i pointu Loše poravnanje tela Neadekvatna otvorenost kukova
SPOLJNE OPASNOSTI	Neadekvatna podloga po kojoj se pleše Bosonogo plesanje
STRUKTURALNI DEFORMITETI STOPALA	Hallux rigidus Hallux vagus Pes cavus Pes planus
BIOMEHANIČKI DISBALANS	Nedovoljno snažan trup Slaba ekscentrična snaga mišića nogu Infleksibilnost karlice Skraćena Ahilova tetiva Sindrom hiperobilnosti

Tabela 1: Generalni i specifični uzroci povreda

5.1. Povrede gležnja i stopala

Povrede gležnja i stopala čine skoro 40% ukupnih baletskih povreda. Samim tim što su stopalo i gležanj plesača bitni u baletskim izvedbama, njihove povrede su zabrinjavajuće i za plesača, ali i za baletsku kompaniju koja ih je angažovala (Ramkumar et al., 2016).

Uganuće skočnog zgloba čini 10% svih dijagnoza i najčešća je akutna povreda plesača. S obzirom na niz drugih problema sa stopalom i zglobovom, od krucijalne je važnosti procena uganuća, jer postoji velika učestalost istovremene patologije, kao što su osteohondralne lezije talusa i zadnji impigment skočnog zgloba (Ramkumar et al., 2016).

Metatarzalne frakture su česte među plesačima i pronađene su 24 puta u gore navedenoj studiji (Ramkumar et al., 2016).

Povrede skočnog zgloba i stopala dešavaju se kao posledica loše izvedenog doskoka, grešaka u koracima i zamora mišića. Čvrsta baletska podloga koja ne amortizuje udarce i nedovoljno zagrejano telo važni su etiološki faktori (Ramkumar et al., 2016).

Ahilova tetiva i dugi pregibač palca (lat. *M. flexor hallucis longus*) posebno su izloženi povredama kod plesača usled čestog i preteranog stresa na njima. Najčešće kada je baletski plesač na prednjem delu stopala u usponu (oslonac na metatarzalnim glavama) i vrhovima prstiju, jer su dvoglavi lisni mišić (lat. *M. gastrocnemius*) i listoliki mišić (lat. *M. soleus*) na silu kontrahovani, vršeći stres na Ahilovu tetivu (Milan, 1994).

5.2. Povrede lumbalnog dela kičme

Povrede lumbalnog dela kičme mogu biti opasne i mogu dovesti do dugotrajnog odustva plesača sa scene. Baletani su podložniji ovim povredama zbog velikog broja podizanja balerina. Spondiloza je 3 puta češća kod devojaka u adolescenciji nego u generalnoj populaciji. Češća je kod žena nego kod muškaraca jer one ranije kreću da se bave baletom. Hiperlordoza i hiperekstenzija lumbalne kičme može dovesti do traume na intervertebralni disk i do diskushernije. Da bi se postigao vizuelni cilj neke baletske figure, na primer arabeske (slika 23), mora da postoji ekstenzija lumbalne kičme. Pa, ukoliko je ekstenzija kukova redukovana, plesač to kompenzuje povećanjem ekstenzije lumbalne kičme. Ova kompenzacija rezultuje velikim stresom na lumbalni deo kičme. Ukoliko je tokom arabeske ostatak kičme previše ravan, lumbalni deo je ponovo izložen riziku od povrede (Milan, 1994).



Slika 23: Arabeska.

Povrede lumbalnog, grudnog i vratnog dela kičme mogu se javiti usled prevelike lumbalne lordoze kod baletana prilikom podizanja balerina daleko od težišta tela (slika 24) (Ramkumar et al., 2016).



Slika 24: Primer podizanja pri kojem može doći do povrede kičme.

5.3. Povrede kolena

Da bi razumeli povezanost kuka i kolena potrebno je da poznajemo njihovu anatomiju. Mehaniku kolena najviše kontrolišu mišići kuka, posebno srednji sedalni mišić (lat. *M. gluteus medius*). On se nalazi sa strane kuka i pomaže abdukciju noge. Takođe, pomaže rotaciju kuka i održava nivo karlice tokom hodanja i stajanja. Kada je srednji sedalni mišić slab, kolena padaju unutra, posebno prilikom doskoka. To se zove medijalno pomeranje kolena. Slabost ovog mišića se proverava tako što se posmatraju kolena u ogledalu dok se radi počučanj, ili pri doskoku. Ukoliko je slab, jedno ili oba kolena padaju unutar središnje linije tela. Srednji sedalni mišić trebalo bi da bude 4x aktivniji u zglobu kuka nego što su aduktori. To znači da, kada je unutrašnja loža previše kruta ili previše snažna, a spoljna nedovoljno, to stvara veliki stres i napor na zglob kolena. Sve to vodi do povrede kolena poput patelofemoralnog bola, dislokacije patele pa čak i kidanja meniskusa (Skony, 2018).

5.3.1. Patellofemoralni bol

On se javlja usled slabe otvorenosti kukova koju plesači kompenzuju otvaranjem stopala i kolena (slika 25). Iliotibialni delovi čašice kolena vuku je u neprirodan lateralni položaj i biva izložena raznim kompresivnim silama koje se javljaju tokom počučnja. Pored toga, mnogi plesači kontrahuju prednju ložu tokom počučnja proizvodeći konstantne sile između patele i butne kosti (Teitz, 2000).



Slika 25: Kompenzovanje otvorenosti kukova otvaranjem stopala i kolena.

Dislokacija patele najčešće se javlja prilikom okreta, pirueta ili skokova povezanih sa okretom, kada telo i stajna noga ne krenu u rotaciju simultano. Kidanje meniskusa javlja se kod udarnih čučnjeva (karakterističnih za ruske plesove), pri lošem doskoku usled slabih mišića nogu, ali i kod forsiranog gore navedenog otvaranja. Rigorozni treninzi, rad na skokovima i

balansu kod plesača, pokazali su u raznim istraživanjima značajno malu učestalost kidanja prednjih ukrštenih ligamenata, zbog toga su profesionalni baletski plesači izloženi manjem riziku. Ukoliko se povreda ipak desi, to je rezultat hiperekstenzije kolena tokom nepravilnog doskoka (Teitz, 2000).

6. TRENAŽNI PROGRAM U CILJU PREVENCIJE POVREDA

6.1. Prevencija povreda skočnog zgloba

Dva najbolja pokazatelja potencijalnog uganuća skočnog zgloba su prethodno uganuće zgloba i loša propriocepcija. Propriocepcija se može poboljšati radom na balansu na nestabilnim podlogama (mekana strunjača, balans table, bosu lopta...) ili balansiranje i spoznaja ugla zgloba zatvorenih očiju. Bitno je i raditi na ojačavanju mišića koji stabilizuju zglob umesto samo glavne agoniste. Ukoliko je plesač već imao uganuće zgloba, jako je bitno da ga potpuno izleči pre povratka na trening.

6.1.1. Usponi i počučnjevi

Vežba 1:

Početni položaj: Stav spojeni (slika 26).

Prelazni položaj: Uspon na prednji deo stopala (slika 27) i zadržadi položaj 5 sekundi.

Završni položaj: stav spojeni.

Broj ponavljanja: 10.

Broj serija: 1.



Slika 26: Početni položaj, stav spojeni



Slika 27: Prelazni položaj.

Vežba 2:

Početni položaj: Stav spetni (slika 28).

Prelazni položaj: Uspón na prednji deo stopala i zadržati položaj 5 sekundi (slika 29).

Završni položaj: Stav spetni.

Broj ponavljanja: 10.

Broj serija: 1.



Slika 28: *Početni položaj, stav spetni.*



Slika 29: *Prelazni položaj.*

Vežba 3:

Početni položaj: Stav raskoračni (slika 30).

Prelazni položaj: Uspón na prednji deo stopala i zadržati položaj 5 sekundi (slika 31).

Završni položaj: Stav raskoračni (slika 30).

Broj ponavljanja: 10.

Broj serija: 1.



Slika 30: *Početni položaj, stav raskoračni.*



Slika 31: *Prelazni položaj.*

Vežba 4:

Početni položaj: Stav spojeni, levu nogu pogrčiti (slika 32).

Prelazni položaj 1: Počučanj na desnoj, leva pogrčena (slika 33).

Prelazni položaj 2: Stav spojeni, levu nogu pogrčiti (slika 34).

Prelazni položaj 3: Uspon na desnoj, leva pogrčena (slika 35).

Završni položaj: Stav spojeni, levu nogu pogrčiti (slika 32).

Broj ponavljanja: 5.

Broj serija: 1.



Slika 32: *Početni položaj.*



Slika 33: *Prelazni položaj 1.*



Slika 34: *Prelazni položaj 2 .*



Slika 35: *Prelazni položaj 3.*

Vežba 5:

Početni položaj: Stav iskoračni, počučanj, ruke o bokove (slika 36).

Prelazni položaj: Čučanj. Položaj zadržati 5 sekundi (slika 37).

Završni položaj: Stav iskoračni, počučanj, ruke o bokove (slika 36).

Broj ponavljanja: 5, obostrano.

Broj serija: 1.

Napredni nivo: Korišćenje bosu lopte ispod noge koja je napred.



Slika 36: Početni položaj.



Slika 37: Prelazni položaj.

6.1.2. Vežbe propriocepcije

Plesačima je potreban dobar osećaj svesti o telu i njegovim segmentima kako bi osetili gde se oni nalaze u prostoru i gde bi trebalo da ih postave. Moraju da se kreću oko drugih plesača ili rekvizita, a da ne nalete na njih, ukoliko to nije propisano koreografijom. Plesači moraju da osete šta rade čak i zatvorenih očiju. Ne oslanjajući se na ogledala da im “kažu” da li su neki baletski element izveli tehnički ispravno. Ovde na scenu dolazi propriocepcija koja se često naziva “šesto čulo”. Direktno je povezana sa tonusom mišića i percepcijom napora i ravnoteže. Senzorni receptori u celom telu pružaju informacije o kretanju preko kičmene moždine do mozga, dajući plesačima osećaj gde se nalaze i kako se kreću. Srećom, imamo svesni i nesvesni deo gde se nalazimo. To znači da kada se zakorači ili doskoči, mišići znaju kada i kako da se kontrahuju da bi stabilizovali koleno. Bilo koji jednostavan pokret bi trajao jako dugo, ako bi plesač morao svesno da razmišlja o svakom njegovom aspektu. Vežbe propriocepcije preporučuju se 1-2 puta nedeljno za održavanje nivoa utreniranosti, a 3-4 puta nedeljno u pripremnom periodu.

Vežba 1:

Početni položaj: Stav raskoračni, predručiti ulučeno obema (slika 38).

Prelazni položaj: ispad napred na bosu loptu levom, desna noga zgrčena, predručiti desnom, odručiti levom (slika 39).

Završni položaj: Stav raskoračni, predručiti ulučeno obema (slika 38).

Broj ponavljanja: 10, obostrano.

Broj serija: 3.



Slika 38: *Početni položaj.*

Slika 39: *Prelazni položaj.*

Vežba 2:

Početni položaj: Stav raskoračni, priručenje (slika 40).

Prelazni položaj 1: Ispad napred na bosu loptu levom, desna noga zgrčena, predručiti zgrčeno desnom, zaručiti levom (slika 41).

Prelazni položaj 2: Prednožiti zgrčeno desnom, predručiti zgrčeno levom (slika 42).

Prelazni položaj 3: Ispad nazad desnom zgrčeno, leva noga na bosu lopti, predručiti zgrčeno desnom, zaručiti levom (slika 43).

Završni položaj: Stav raskoračni (slika 40).

Broj ponavljanja: 8, obostrano.

Broj serija: 3



Slika 40: *Početni položaj.*



Slika 41: *Prelazni položaj 1.*



Slika 42: *Prelazni položaj 2.*



Slika 43: *Prelazni položaj 3.*

Vežba 3:

Početni položaj: Počučanj sa desnom nogom na bosu lopti (slika 44).

Prelazni položaj: Prednožiti zgrčeno levom (slika 45).

Završni položaj: Počučanj sa desnom nogom na bosu lopti (slika 43).

Broj ponavljanja: 10, obostrano.

Broj serija: 3



Slika 44: *Početni položaj.*



Slika 45: *Prelazni položaj.*

Vežba 4:

Početni položaj: Iskoračni stav unutra desnom, čučanj (slika 46).

Prelazni položaj 1: Prednožiti zgrčeno levom (slika 47).

Prelazni položaj 2: Ispad strance na bosu loptu levom (slika 48).

Prelazni položaj 3: Prednožiti zgrčeno desnom (Slika 49)

Prelazni položaj 4: Ispad strance na bosu loptu levom (slika 48).

Prelazni položaj 5: Prednožiti zgrčeno levom (slika 47).

Završni položaj: Iskoračni stav unutra desnom, čučanj (slika 46).

Broj ponavljanja: 8, obostrano.

Broj serija: 1-2.



Slika 46: *Početni položaj.*



Slika 47: *Prelazni položaj 1 i 5.*



Slika 48: *Prelazni položaj 2 i 4.*



Slika 49: *Prelazni položaj 3.*

6.1.3. Aktivno miofacijalno oslobađanje mišića lista i Ahilove tetive

Vežba 1:

Ova vežba omogućava pokretljivost tkiva neophodnu za dublju dorzifleksiju koja je od velikog značaja plesačima.

Početni položaj: Sed raznožno zgrčeno, kolena položena na pod (slika 50).

Završni položaj: Palcem ruke masirati između zgloba i Ahilove tetive noge koja je postavljena nazad. Dok se vrši dorzalna fleksija, masirati tetive lista u istom smeru (slika 51).

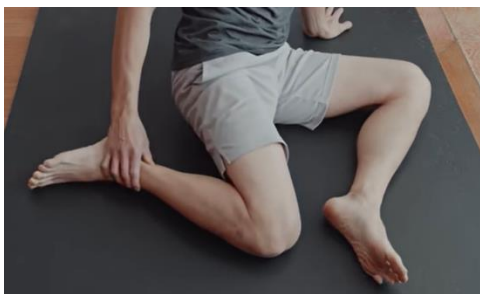
Broj ponavljanja: Pokret ponavljati 2 minuta, obostrano.

Broj serija: 1.

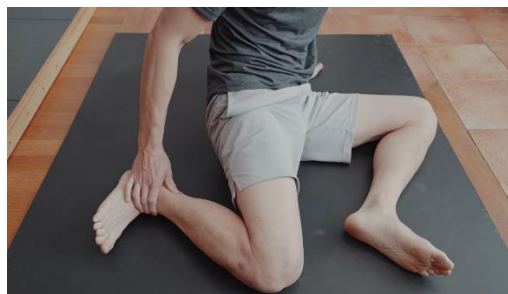
Vežba 2:

Isti postupak kao u prethodnoj vežbi ponoviti na medijalnoj strani noge koja je postavljena napred (slike 52 i 53).

Prve dve nedelje vežbu izvoditi 2 minuta, potom je dovoljno samo 1 minut.



Slika 50: Početni položaj.



Slika 51: Prelazni i završni položaj



Slika 52: Početni položaj.



Slika 53: Dorzalna fleksija.

Istraživanje „*Comparisson of Compressive Myofascial Release ant the Graston Technoque for Improving Ankle-Dorsiflexion Range of motion*“ iz 2018. dokazalo je da samo jedna sesija ove tehnike dovodi do pozitivnog uticaja na dorzalnu fleksiju stopala.

Vežba 3:

Proširenje krajnjeg opsega pokreta aktivno dovodi do opsega pokreta koji želimo da postignemo i ojačava mišiće koji vrše taj pokret. Kada je opseg pokreta snažan, samim tim je i stabilan.

Početni položaj: Postaviti prednji deo stopala na zid do aktivnog kraja opsega pokreta (Slika 54).

Prelazni položaj: Dorzalna fleksija (slika 55) ili pritisak na zid (slika 56) ili everzija (slika 57). Ovaj položaj zadržati 10 sekundi.

Završni položaj: Isti kao i početni.

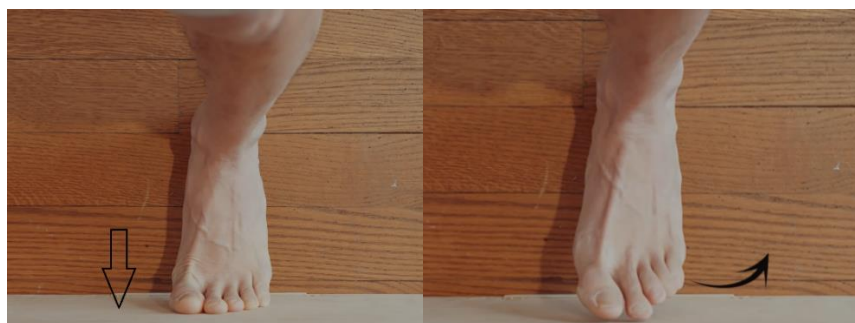
Broj ponavljanja: 6-8

Broj serija: 2-3, obostrano.



Slika 54: Početni položaj.

Slika 55: Dorzalna fleksija.



Slika 56: Pritisak na zid.

Slika 57: Everzija.

Vežba 4:

Početni položaj: Stav spojeni (slika 58).

Prelazni položaj: Prednožiti desnom, počučanj levom (slika 59).

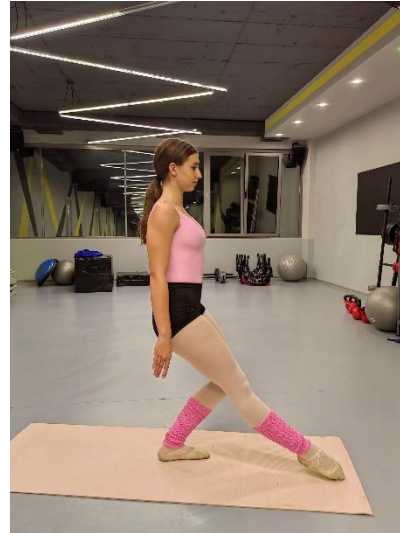
Završni položaj: Stav spojeni.

Broj ponavljanja: 6-8, obostrano.

Broj serija: 2-3.



Slika 58: *Početni položaj.*



Slika 59: *Prelazni položaj.*

6.2. [Prevenција povreda kičmenog stuba](#)

Snažna leđa su osnova za sve aspekte plesa. Mišići leđa jedni su od najbitnijih delova ljudske anatomije i njihovim jačanjem poboljšava se generalni kvalitet života, olakšava se izvođenje svakodnevnih zadataka i štite vežbača od povreda.

Vežba 1 (Plank):

Osim što jača stomak, ova vežba targetira i gornji deo leđa omogućavajući izgradnju mišića bez vršenja pritiska na kičmeni stub i kukove (slika 60). Ova vežba može redukovati bol u leđima jačanjem stomaka koji ih štiti.

Početni položaj: Upor ležeći na laktovima.

Broj ponavljanja: Zadržati položaj 40 sekundi.

Broj serija: 1.

Vežba 2 (Bočni plank):

Sa fokusom na kose trbušne mišiće ova vežba je odlična za poboljšanje stabilnosti kičmenog stuba, kroz aktivaciju stomaćnih mišića, mišića leđa, ruku, nogu i ramena. Zahteva malo više balansa i fokusa, jer je oslonac samo na jednoj ruci i nozi.

Početni položaj: Bočni upor na levom laktu, odručiti desnom (slika 60).

Broj ponavljanja: Ovaj položaj zadržati 15 sekundi. Što je telo snažnije to je potrebno duže držati ovaj položaj.

Broj serija: 1, obostrano.



Slika 60: *Bočni plank.*

6.2.1. Vežbe za donji deo abdomena

Prilikom izvođenja vežbi za donji deo abdomena, gde se noge pružaju ka podu i podižu u vazduh, jako je bitno da lumbalni deo kičme bude na podu. Ukoliko je to nemoguće, smanjiti opseg pokreta koji to omogućava.

Vežba 1:

Početni položaj: Ležanje na leđima, prednožiti pogrčeno obema, ruke iza glave (slika 61).

Prelazni položaj: Ležanje na leđima, noge pogrčene (slika 62).

Završni položaj: : Ležanje na leđima, prednožiti pogrčeno obema, ruke iza glave (slika 61).

Broj ponavljanja: 10

Broj serija: 1



Slika 61: *Početni položaj.*



Slika 62: *Prelazni položaj*

Vežba 2:

Početni položaj: Ležanje na leđima, noge pogrčene (slika 63).

Prelazni položaj: Stav o plećima (Slika 64)

Završni položaj: Ležanje na leđima, noge pogrčene (slika 63).

Broj ponavljanja: 10.

Broj serija: 1.



Slika 63: *Početni položaj.*



Slika 64: *Prelazni položaj.*

Vežba 3:

Početni položaj: Ležanje na leđima, prednožiti desnom, ruke iza glave (slika 65).

Prelazni položaj: Ležanje na leđima, prednožiti levom, ruke iza glave (sčola 66).

Završni položaj: Ležanje na leđima, prednožiti desnom, ruke iza glave (slika 65).

Broj ponavljanja: 10.

Broj serija: 1.



Slika 65: *Početni položaj.*



Slika 66: *Prelazni položaj.*

Vežba 4:

Početni položaj: Sed sunožno, laktovima se oslanjati iza leđa, prednožiti zgrčeno obema (Slika 67).

Prelazni položaj: Sed sunožno sa osloncem na laktovima (slika 68).

Završni položaj: Sed sunožno, laktovima se oslanjati iza leđa, prednožiti zgrčeno obema (Slika 67).

Broj ponavljanja: 10.

Broj serija: 1.



Slika 67: *Početni položaj.*



Slika 68: *Prelazni položaj*

6.2.2. Vežbe za bočni deo abdomena

Snažni mišići bočnog dela abdomena pružaju oslonac leđima i stavu čoveka. Učestvuju u prevenciji od povreda lumbalnog dela kičme i ramena.

Vežba 1:

Početni položaj: Ležanje na leđima, noge pogrčene, ruke iza glave (slika 69).

Prelazni položaj: Sed sunožno zgrčeno, levom rukom dodirnuti desnu petu, desna ruka iza glave (slika 70).

Završni položaj: Ležanje na leđima, noge pogrčene, ruke iza glave (slika 69).

Broj ponavljanja: 10, obostrano.

Broj serija: 1.



Slika 69: *Početni položaj.*



Slika 70: *Prelazni položaj.*

Vežba 2:

Početni položaj: Upor ležeći za šakama (slika 71).

Prelazni položaj: Upor ležeći za šakama, prednožiti zgrčeno levom (slika 72).

Završni položaj: Upor ležeći za šakama (slika 71).

Broj ponavljanja: 10, obostrano.

Broj serija: 1.



Slika 71: *Početni položaj.*



Slika 72: *Prelazni položaj.*

Vežba 3:

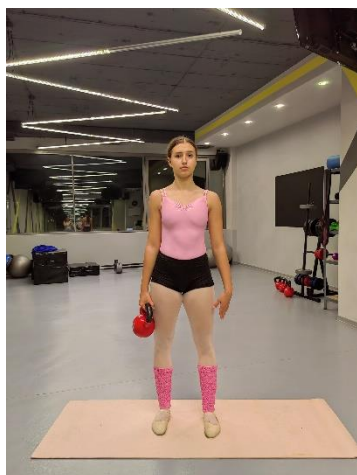
Početni položaj: Stav raskoračni, priručenje, u desnoj ruci opterećenje (slika 73).

Prelazni položaj: Otklon udesno (slika 74).

Završni položaj: Stav raskoračni, priručenje, u desnoj ruci opterećenje (slika 73).

Broj ponavljanja: 20, obostrano.

Broj serija 1.



Slika 73: *Početni položaj.*



Slika 74: *Otklon sa opterećenjem.*

6.2.3. Vežbe za leđa

Vežba 1:

Početni položaj: Ležanje potrbuške, uzručenje obema, podizanje desne ruke i leve noge sa poda (slika 75).

Prelazni položaj: Ležanje potrbuške, uzručenje obema, podizanje leve ruke i desne noge sa poda (slika 76).

Završni položaj: Ležanje potrbuške, uzručenje obema, podizanje desne ruke i leve noge sa poda (slika 75).

Broj ponavljanja: 12-16, obostrano

Broj serija: 3



Slika 75: Početni položaj,



Slika 76: Prelazni položaj.

Vežba 2:

Početni položaj: Ležanje potrbuške, odručenje zgrčeno, dlanovi na čelu.

Prelazni položaj: Zaknon trupom (slika 77).

Završni položaj: Ležanje potrbuške, odručenje zgrčeno, dlanovi na čelu.

Broj ponavljanja: 12-16.

Broj serija: 3.



Slika 77: Prelazni položaj.

Vežba 3:

Početni položaj: Ležanje potrbuške, uzručenje.

Prelazni položaj: Podizanje ruku i nogu sa poda (slika 78).

Završni položaj: Ležanje potrbuške, uzručenje.

Broj ponavljanja: 12-16.

Broj serija: 3.



Slika 78: *Prelazni položaj.*

Vežba 4:

Početni položaj: Upor ležeći na šakama, kukovi na podu (slika 79).

Prelazni položaj: Upor ležeći na šaci, uzručiti drugom, kukovi na podu (slika 80).

Završni položaj: Upor ležeći na šakama, kukovi na podu (slika 79).

Broj ponavljanja: 5, obostrano.

Broj serija: 1.



Slika 79: *Početni položaj.*



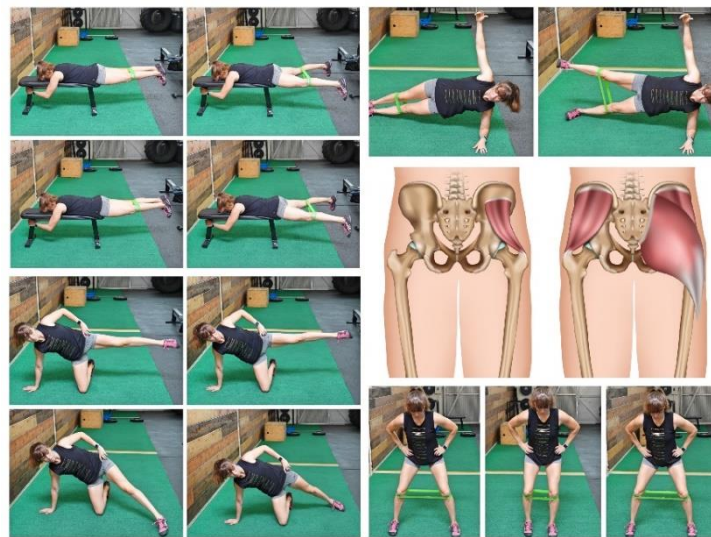
Slika 80: *Vežba 13. Prelazni nivo.*

6.3. Prevencija povreda kolena

Kako bi se sprečio rizik od raznih plesnih povreda kolena, plesači bi trebalo da rade na jačanju srednjeg sedalnog mišića (lat. *M. gluteus medius*). Takođe, istezati aduktore pasivnom metodom ili masažom uz pomoć rolera i primenom elastičnih traka, ali i jačati ih na svim dužinama mišića. Jačanjem četvoroglavog mišića buda (lat. *M. quadriceps femoris*), omogućava se bolja amortizacija pri doskoku, štiteći tetive i mekane strukture kolena. Takođe, u baletu je izuzetno važno da kolena prate liniju stopala kako ne bi došlo do dislokacije patele.

6.3.1. Vežbe za jačanje srednjeg sedalnog mišića

Vežbe sa slike 81 uraditi 3 serije po 15 ponavljanja (obostrano).

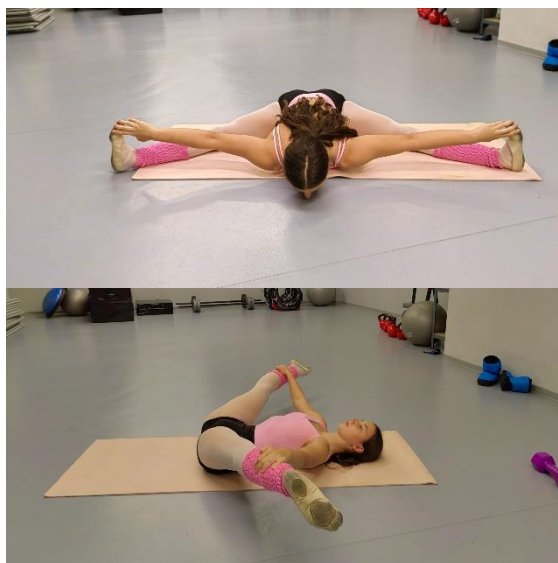


Slika 81: Vežbe za *m. gluteus medius*.

6.3.2. Rastezanje aduktora

Rastezanje aduktora, ali i celog tela preporučuje se plesačima na svakom treningu, bilo aktivnom ili pasivnom metodom u zavisnosti od vrste treninga. Takođe, izbor vežbi istezanja zavisi od nivoa pokretljivosti plesača.

Primer vežbi za rastezanje aduktora (slika 82):



Slika 82: Rastezanje aduktora.

6.3.3. Vežbe za zadnju ložu u ekscentričnom režimu rada

Ekscentrična kontrakcija je pokret pri kojem se mišić aktivira dok se izdužuje pod određenim opterećenjem.

Vežba 1:

Početni položaj: Ležanje potrbuške, odručiti zgrčeno obema, dlanovi na čelu, elastična traka sa otporom oko skočnih zglobova.

Prelazni položaj: Zgrčiti jednu nogu dok elastična traka pruža otpor (slika 83).

Završni položaj: Ležanje potrbuške, odručiti zgrčeno obema, dlanovi na čelu, elastična traka sa otporom oko skočnih zglobova.

Broj ponavljanja: 10-15.

Broj serija: 3.



Slika 83: Prelazni položaj.

Vežba 2:

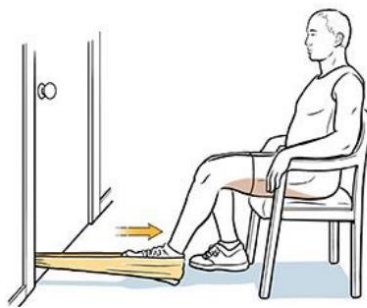
Početni položaj: Sedeći na stolici, jedan kraj elastične trake sa otporom postaviti oko pete, drugi kraj fiksirati sa suprotne strane (slika 84).

Prelazni položaj: Zgrčiti nogu, pomerajući petu nazad, dok elastična traka pruža otpor.

Završni položaj: Kao i početni.

Broj ponavljanja: 10-15.

Broj serija: 3.



Slika 84: *Seated hamstring curl.*

Vežba 3:

Početni položaj: Ležeći na leđima sunožno, pete naslonjene na pilates loptu, kukovi izdignuti sa poda (slika 85).

Prelazni položaj: Zgrčiti noge (slika 86).

Završni položaj: Ležeći na leđima sunožno, pete naslonjene na pilates loptu, kukovi izdignuti sa poda (slika 85).

Broj ponavljanja: 8-10.

Broj serija: 3.



Slika 85: *Početni položaj.*



Slika 86: *Prelazni položaj.*

Vežba 4:

Početni položaj: Klek raznožno, stopala fiksirana o pod, odručenje zgrčeno

Prelazni položaj: Prelazak iz početnog položaja u horizontalni kontrakcijom mišića zadnje lože (slika 87). Dočekati se na dlanove.

Završni položaj: Ležeći potrbuške.

Broj ponavljanja: 8-10.

Broj serija: 3.



Slika 87: Prelazni položaj.

Vežba 5:

Početni položaj: Stav raznožni, predručenje nisko, opterećenje u rukama (slika 88).

Prelazni položaj: Pretklon trupom, predručenje (slika 89).

Završni položaj: Stav raznožni, predručenje nisko.

Broj ponavljanja: 10.

Broj serija: 3.



Slika 88: Početni položaj.



Slika 89: Prelazni položaj.

Vežba 6:

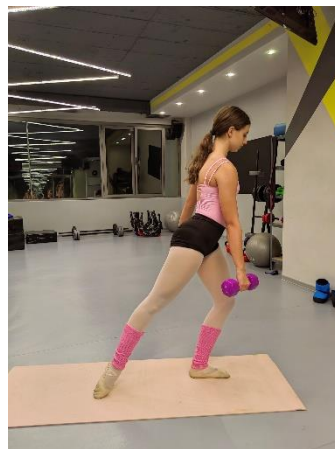
Početni položaj: Stav iskoračni levom, priručenje, opterećenje u desnoj ruci (slika 90).

Prelazni položaj: Zanoženje desnom, pretklon, predručiti desnom (slika 91).

Završni položaj: Stav iskoračni levom, priručenje, opterećenje u desnoj ruci (slika 90).

Broj ponavljanja: 10 (obostrano).

Broj serija: 3.



Slika 90: Početni položaj.



Slika 91: Prelazni položaj.

Vežbe za zadnju ložu u ekscentričnom režimu rada ne raditi više od 2 do 3 puta nedeljno.

6.3.4. Vežbe pliometrije

Cilj pliometrije je da se stvori velika količina sile u najkraćem vremenskom periodu. Osim što učestvuju u prevenciji povreda, vežbe pliometrije od velikog su značaja ukoliko plesači žele da poboljšaju tehniku i visinu skokova. Posebno su osmišljene da fino podese neuromišićnu kontrolu, izgrade snagu, brzinu i agilnost kako bi pomogle plesačima da provedu što više vremena u fazi leta. U studiji Harknes Centra za Plesne Povrede u medicinskom Centru Lagone, Univerziteta u Njujorku, šestonedeljni program pliometrijske obuke povećao je snagu mišića prednje i zadnje lože noge plesača i omogućio dužu fazu leta pri skokovima (Brandt, 2013).

Vežbe pliometrije prepuručuju se 1-2 puta nedeljno za održavanje nivoa treniranosti, a 3-4 puta nedeljno u pripremnom periodu. Pauza između 2 seta pliometrijskih vežbi trebalo bi da bude između 48 i 72 sata. Broj ponavljanja u zavisnosti od nivoa utreniranosti na nedeljnom nivou:

- Početnik 100-120 ponavljanja
- Srednji nivo 120-140 ponavljanja
- Napredni nivo 140-160 ponavljanja
- Profesionalni baletski plesači 200 do 220 ponavljanja

Napomena: Svaki put kada stopalo dodirne pod računa se kao jedna repeticija. U fazama fizičkih priprema, neophodno je raditi ovaj program dva puta nedeljno, dok je tokom godine u cilju prevencije dovoljno upražnjavati jednom nedeljno ovaj trenažni program.

Primer pliometrijskog treninga za plesače naprednog nivoa.

Vežba 1:

Početni položaj: Prva baletska pozicija, počučanj.

Prelazni položaj: Uspon, predručiti ulučeno.

Završni položaj: Prva baletska pozicija, počučanj.

Broj ponavljanja: 20.

Broj serija: 1.

Vežba 2:

Početni položaj: Prva baletska pozicija, počučanj.

Prelazni položaj: Uspon jednom, odnožiti zgrčeno drugom, predručiti ulučeno.

Završni položaj: Prva baletska pozicija, počučanj..

Broj ponavljanja: 15, obostrano.

Broj serija: 1.

Vežba 3:

Početni položaj: Počučanj jednom, odnožiti zgrčeno drugom, predručiti ulučeno.

Prelazni položaj: Uspon stajnom nogom.

Završni položaj: Kao i početni položaj.

Broj ponavljanja: 15, obostrano.

Broj serija: 1.

Vežba 4:

Početni položaj: Ispad napred, ruke o bokove.

Prelazni položaj: Prenos težišta na nogu postavljenu nazad, drugom prednožiti nisko.

Završni položaj: Kao i početni položaj.

Broj ponavljanja: 10, obostrano.

Broj serija: 1.

Vežba 5:

Početni položaj: Ispad strance, ruke o bokove.

Prelazni položaj: Prenos težišta na nogu koja je pružena, drugom odnožiti nisko.

Završni položaj: kao i početni položaj.

Broj ponavljanja: 10, obostrano.

Broj serija: 1.

Vežba 6:

Naizmenično zabacivanje potkolenica.

Broj ponavljanja: 10, obostrano.

Broj serija: 1.

Vežba 7:

Početni položaj: Prva baletska pozicija, počučanj

Prelazni položaj: Sunožni poskok.

Završni položaj: Prva baletska pozicija.

Broj ponavljanja: 20.

Broj serija: 1.

Vežba 8:

Početni položaj: Druga baletska pozicija

Prelazni položaj: Sunožni poskok.

Završni položaj: Druga baletska pozicija.

Broj ponavljanja: 20.

Broj serija: 1.

Vežba 9:

Početni položaj: Peta baletska pozicija.

Prelazni položaj: Sunožni poskok napred, pa nazad.

Završni položaj: Peta baletska pozicija.

Broj ponavljanja: 10.

Broj serija: 1.

Vežba 10:

Početni položaj: Peta baletska pozicija.

Prelazni položaj: Sunožni poskok napred, nogom koja je postavljena napred odnožiti, a nogom koja je postavljena nazad zanožiti.

Završni položaj: Peta baletska pozicija.

Broj ponavljanja: 10, obostrano.

Broj serija: 1.

Vežba 11:

Početni položaj: Peta baletska pozicija.

Prelazni položaj: Sunožni poskok strance, odnožiti obema.

Završni položaj: Peta baletska pozicija.

Broj ponavljanja: 10, obostrano.

Broj serija: 1.

6.4. Saveti koji se nude baletskim plesačima u cilju smanjenja rizika od povreda

Ples je rigorozna fizička aktivnost koju karakterišu brojne povrede. Uprkos sličnostima koje balet ima sa ostalim sportovima, brojne razlike i izazovi se nalaze pred baletskim instruktorima. Nekoliko elemenata, koji se odnose na način na koji plesači pristupaju umetničkoj formi, vredni su razmatranja pri određivanju kako najbolje smanjiti rizik od povreda. Ukratko, navedene su perspektive koje se nude profesionalnim plesačima u cilju smanjenja rizika od povreda (Russel, 2013):

1. Skrining (ekranizovanje) fizičkih i psiholoških atributa pre i nakon povrede, kao i planirana plesna aktivnost mogu identifikovati oblasti na koje bi trebalo obratiti pažnju kako bi se smanjila mogućnost od povrede.
2. Fizičke pripreme plesača, odvojene od treninga posvećenom tehnici, sa posebnim akcentom na trup i muskulaturu koju određeni ples zahteva.
3. Adekvatna ishrana i odmor (smanjenje zamora) esencijalni su faktori kako bi telo bilo otpornije na povrede.
4. Pružanje specijalizovanih zdravstvenih usluga plesačima važno je za upravljanje povredama i njihovo smanjenje.
5. Upoznavanje zdravstvenih radnika sa prirodom plesnih povreda i njihovo opremanje za brigu o istim.

7. ZAKLJUČAK

Upotreba biomehaničkih zakonitosti pruža plesačima unapređene instrukcije za efektivno i bezbedno izvođenje tehnike. Kako bi te zakonitosti primenili, neophodno je prvo kvantitativno i kvalitativno analizirati trenutnu tehniku plesača. Imajući u vidu da su povrede sastavni deo lošeg izvođenja tehnike, biomehaničkom analizom njihovog nastanka, obradom i razumevanjem statistike koja nam daje uvid u učestalost tipova povreda i implementacijom odgovarajućeg trenažnog programa moguće ih je preduprediti. Ovaj rad namenjen je edukaciji instruktorima baleta, ali i instruktorima svih drugih plesnih stilova, sa ciljem da im pruži teorijske i praktične aspekte unapređenja tehnike.

8. LITERATURA

MONOGRAFIJE:

1. Jocić D.J. (1999.). *Plesovi* (Drugo izmenjeno izdanje). Beograd: Fakultet fizičke kulture Univerziteta u Beogradu.
2. Danilović E., Raspopović M., Božin S. (1996). *Fizika*. Beograd: Zavod za udžbenike i nastavna sredstva.

NAUČNI RADOVI I ČASOPISI:

1. Ward, R. E. (2012). *Biomechanical perspectives on classical ballet technique and implications for teaching practice* (Doctoral dissertation, UNSW Sydney), 109-114
2. Koutedakis, Y., Owolabi, E. O., & Apostolos, M. (2008). Dance biomechanics: a tool for controlling health, fitness, and training. *Journal of Dance Medicine & Science*, 12(3), 83-90.
3. Kalichová, M. (2011). Biomechanical analysis of the basic classical dance jump—the grand jete. *International Journal of Sport and Health Sciences*, 5(11), 1363-1367.
4. Chockley, C. (2008). Ground reaction force comparison between jumps landing on the full foot and jumps landing en pointe in ballet dancers. *Journal of Dance Medicine & Science*, 12(1), 5-8.
5. Ramkumar, P. N., Farber, J., Arnouk, J., Varner, K. E., & McCulloch, P. C. (2016). Injuries in a professional ballet dance company: a 10-year retrospective study. *Journal of dance medicine & science*, 20(1), 30-37.
6. Milan, K. R. (1994). Injury in ballet: a review of relevant topics for the physical therapist. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 19(2), 121-129.
7. Russell J. A. (2013). Preventing dance injuries: current perspectives. *Open access journal of sports medicine*, 4, 199–210.
8. Simpson, K. J., & Kanter, L. I. S. A. (1997). Jump distance of dance landings influencing internal joint forces: I. Axial forces. *Medicine and science in sports and exercise*, 29(7), 916-927.
9. Stanek, J., Sullivan, T., & Davis, S. (2018). Comparison of compressive myofascial release and the graston technique for improving ankle-dorsiflexion range of motion. *Journal of athletic training*, 53(2), 160-167.
10. Chatzopoulos, D. (2019). Effects of Ballet Training on Proprioception, Balance, and Rhythmic Synchronization of Young Children. *Journal of Exercise Physiology Online*, 22(2).
11. Wilson, M., & Kwon, Y. H. (2008). The role of biomechanics in understanding dance movement: a review. *Journal of Dance Medicine & Science*, 12(3), 109-116.

REFERENCE SA INTERNETA:

1. *Science of grand jeté*. (2020). Preuzeto 10. Juna 2022, sa <https://sites.google.com/site/icgrandjete/science-of-grand-jete>

2. King D. (2016). *First position: it is so hard* (Web log message). Preuzeto 20. avgusta 2022, sa <https://aballeteducation.com/first-position-it-is-so-hard/>
3. King D. (2018). *Notes on second position*. Preuzeto 20. avgusta 2022, sa <https://aballeteducation.com/notes-on-second-position/>
4. King D. (2020). *Notes on fifth position*. Preuzeto 20. avgusta 2022, sa <https://aballeteducation.com/notes-on-fifth-position/>
5. Shah S. (2010). *Pointe shoes complicate biomechanics of ballet*. Preuzeto 21. avgusta 2022, Preuzeto sa <https://lermagazine.com/article/pointe-shoes-complicate-biomechanics-of-ballet>
6. Manno O. (2019) *The 3 Best Exercises to Help Dancers Prevent Knee Injuries*. Preuzeto 21. avgusta 2022, sa <https://www.dancespirit.com/exercises-dancers-prevent-knee-injuries-2638720561.html?rebelltitem=9#rebelltitem9>
7. Dr Skonny C. (2018) *Knee Pain: What Every Dancer Should Know*. Preuzeto 21. avgusta 2022, sa <https://www.targettrainingdance.com/post/kneepain>
8. Shanfein L. (2013) *Injury Prevention for Dancers: Ankle Sprains*. Preuzeto 22. avgusta 2022, sa <https://dancemagazine.com.au/2013/10/injury-prevention-for-dancers-ankle-sprains/>
9. Dr Miller S. (2021) *Eccentric hamstring exercises*. Preuzeto 23. avgusta 2022, sa <https://www.suzannemillermid.com/pdf/eccentric-hamstring-exercises.pdf>
10. Brandt A. (2013) *Your Best Body: Hang-Time Help*. Preuzeto 25. avgusta 2022, sa <https://pointemagazine.com/issuesoctobernovember-2013your-best-body-hang-time-help/>
11. Dr Bower K. (2016) *Staying One Jump Ahead*. Preuzeto 1. septembra 2022, sa <https://www.thedancedocs.com/blog/staying-one-jump-ahead>
12. *What is proprioception?* (2012). Preuzeto 1. septembra 2022, sa <https://cpdfordanceteachers.com/2012/05/31/what-is-proprioception/>.
13. Sugano A. (2016). *The physics of the „hardest move in ballet*. Preuzeto 15. septembra 2022, sa <https://www.youtube.com/watch?v=l5VgOdgtRg>.
14. Wong E. (2021). *Increase Ankle Dorsiflexion: 4 Unique Exercises*. Preuzeto 24. avgusta 2022, sa <https://www.youtube.com/watch?v=ry3OHAKFMCs&t=628s>.