

# DINAMIČKA NEUROMUSKULARNA STABILIZACIJA U REHABILITACIJI SPORTAŠA

---

Ševo, Lucija

Undergraduate thesis / Završni rad

2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Split / Sveučilište u Splitu**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:176:722873>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-04-02**



Sveučilišni odjel zdravstvenih studija  
SVEUČILIŠTE U SPLITU

Repository / Repozitorij:

[Repository of the University Department for Health Studies, University of Split](#)



UNIVERSITY OF SPLIT



SVEUČILIŠTE U SPLITU

Podružnica

SVEUČILIŠNI ODJEL ZDRAVSTVENIH STUDIJA

PREDDIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ

FIZIOTERAPIJA

**Lucija Ševo**

**Dinamička neuromuskularna stabilizacija u rehabilitaciji  
sportaša**

**Završni rad**

Split, 2019.

SVEUČILIŠTE U SPLITU

Podružnica

SVEUČILIŠNI ODJEL ZDRAVSTVENIH STUDIJA

PREDDIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ

FIZIOTERAPIJA

**Lucija Ševo**

**DINAMIČKA NEUROMUSKULARNA STABILIZACIJA U  
REHABILITACIJI SPORTAŠA**

**DYNAMIC NEUROMUSCULAR STABILIZATION IN SPORT  
REHABILITATION**

**Završni rad/Bachelor's Thesis**

Mentor:

**Izv. prof. dr. sc. Ozren Polašek**

Split, 2019.

# SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b> .....	<b>1</b>
1.1. Začetnik koncepta dinamičke neuromuskularne stabilizacije .....	2
<b>2. CILJ RADA</b> .....	<b>4</b>
<b>3. TEMELJI DINAMIČKE NEUROMUSKULARNE STABILIZACIJE</b> .....	<b>5</b>
3.1. Razvojna kineziologija kao temelj .....	5
3.2. Razvoj djeteta.....	6
3.2.1. Pravilan motorički razvoj .....	7
3.2.2. Motorički razvoj djeteta 0-3 mjeseca .....	8
3.2.3. Motorički razvoj djeteta od 4-6 mjeseca .....	9
3.2.4. Motorički razvoj djeteta od 7-9 mjeseci.....	9
3.2.4. Motorički razvoj djeteta od 10 - 12 mjeseci .....	10
3.2.5. Motorički razvoj djeteta od 13 – 18 mjeseci .....	10
3.3. Neuromuskularna funkcija i klinička procjena .....	12
3.4. Procjena posture .....	13
3.4.1. Normalna posturalna funkcija.....	14
3.4.2. Razvoj Posture .....	14
3.4.3. Posturalna stabilnost, stabilizacija i reaktibilnost .....	17
3.5. Kinetički lanac .....	20
<b>4. PREGLEDI POJEDINIH REGIJA TIJELA</b> .....	<b>22</b>
4.1. Kralježnica .....	22
4.2. Zdjelica.....	26
4.3. Lopatice .....	28
4.4. Testiranje posturalne stabilnosti.....	29
4.4.1. Test ekstenzije .....	31
4.4.2. Test fleksije .....	33
4.4.3. Test dijafragme .....	35
4.4.3. Test sagitalne stabilizacije u supiniranom položaju .....	37
4.5.4. Test medvjeda.....	39
<b>5. DNS PRISTUP REHABILITACIJI</b> .....	<b>42</b>
5.1. Evaluacija sportske izvedbe .....	42
5.2. Opći principi praktične tehnike.....	44
5.3. DNS pristup rehabilitaciji .....	44

5.3.1. Analiza obrazaca pokreta u sportskoj izvedbi .....	45
5.3.2. Primjer rehabilitacije lošeg obrasca pokreta.....	48
<b>6. ZAKLJUČAK .....</b>	<b>53</b>
<b>7. LITERATURA .....</b>	<b>54</b>
<b>8. SAŽETAK .....</b>	<b>56</b>
<b>9. ABSTRACT .....</b>	<b>57</b>
<b>10. ŽIVOTOPIS .....</b>	<b>58</b>

# 1. UVOD

Dinamička neuromuskularna stabilizacija (DNS) je manualni i rehabilitacijski pristup za postizanje najboljih rezultata pripreme i rehabilitacije sustava za pokretanje, zasnovana na znanstvenim principima razvojne kineziologije te integraciji principa neurofiziologije i biomehanike. Začetnik DNS koncepta je profesor Pavel Kolar, češki fizioterapeut koji je osmislio i razvio ovaj pristup na temeljima rada Praške škole (1). Ubrzo nakon razvoja, DNS je postao široko prihvaćen u vrhunskom sportu kao pristup koji smanjuje rizik od ozljeda te osigurava dobru prevenciju i rehabilitaciju ozljeda zglobnog i mišićnog sustava.

Temelj ove teorije je razvojna kineziologija. Kako dijete sazrijeva, sazrijeva i njegov živčani sustav te se razvijaju predvidivi, predodređeni obrasci pokreta. Svaki od tih predodređenih pokreta ima svoju svrhu, kao i svaka faza u našem ranom djetinjstvu: dizanje glave, hvatanje igračke, okretanje na bok, na trbuh ili leđa, puzanje te u konačnici podizanje i hodanje. Ove faze služe za osposobljavanje mišića koje novorođenče još nikad nije koristilo, a odgovorni su za održavanje stava tijela u različitim položajima, pravovremenu mišićnu aktivaciju te koordinaciju sinergističkih, antagonističkih i agonističkih mišića. Ako neku od faza preskočimo, događaju se kompenzacije koje velikim brojem ponavljanja tijekom našeg života mogu rezultirati nepravilnostima stava, kao što su skolioze, kifoze, lordoze ili loše držanje zbog neaktivacije dubokih mišića stabilizatora trupa. Također, neprimjerena mišićna aktivacija jedne skupine mišića za sobom vuče povećanu aktivaciju druge skupine mišića i neusklađenost tijela kao cjeline. S vremenom neusklađenost tijela može dovesti do sindroma prenaprezanja i ozljeda, pogotovo ako je popraćena amaterskim ili profesionalnim sportom, kao i zahtjevima poslovnog života (često izvođenje istog pokreta, aktivaciju samo jedne strane tijela te mnogo provedenog vremena u istom položaju). Sve navedeno može biti razlog bolova u području vratne, prsne ili slabinske kralježnice, ozljedama prenaprezanja, nemogućnosti izvođenja aktivnosti svakodnevnog života bez boli kao i ograničenje u rekreativnim ili profesionalnim sportskim aktivnostima.

Cilj DNS vježbi je dovesti tijelo u položaje i pokrete slične onima u ranom djetinjstvu kako bi se aktivirali intrinzični duboki mišići, a ne samo snažni površni mišići. Ako nema stabilne baze prije izvođenja pokreta, dogodit će se kompenzacija koja uobičajeno uključuje

aktivaciju površinskih mišića što rezultira nepravilnom i nestabilnom pokretu koji dodatno opterećuje zglobove, kralježnične diskove, ligamente i mišiće. Prema DNS metodi primjenjujemo trbušno disanje koje ima važnu ulogu pri aktivaciji najdubljeg sloja trbušnih mišića, dubokih leđnih mišića, zdjeličnog dna i ošita. Trbušnim disanjem, koje je prisutno u male djece, povisuje se intra-abdominalni tlak i postiže stabilnost trupa što omogućuje slobodno kretanje tijela u prostoru, bez opterećenosti zglobova i kralježnice.

Nadalje, DNS teži uskladiti aktivnost mišića ili mišićnih grupa koji dominiraju u određenim pokretima, što može biti rezultat preskočenih razvojnih faza u djetinjstvu ili krivo naučenih obrazaca pokreta kasnije tokom život. Postavljanjem čovjeka u položaje karakterističnim onima iz ranog djetinjstva imamo uvid u individualne kompenzacijske mehanizme te radimo na osvještavanju i ponovnom učenju pravilnih obrazaca pokreta. U suprotnom slučaju, povećava se rizik postizanja lošijih sportskih rezultata, pojave slabe karike u kinetičkom lancu, ozljeda prenaprezanja, slabog sustava za stabilizaciju tijela te lošeg stava tijela.

## **1.1. Začetnik koncepta dinamičke neuromuskularne stabilizacije**

Profesor Pavel Kolar, češki fizioterapeut s doktoratom iz pedijatrije osnovao je metodu DNS-a inspiriran učenjem Praške škole. Njegovi uzori su specijalist neurologije Karel Lewit, specijalist neurologije Vladim Janda i Vaclav Vojta, koji je specijalizirao pedijatriju, neurologiju i fizioterapiju. Njihov utjecaj je vidljiv u Pavelovom radu. Profesor Kolar je na čelu Odijela za rehabilitaciju Sveučilišne bolnice Motol, Medicinskog fakulteta pri Karlovog sveučilišta u Pragu gdje nadzire jedinicu za rehabilitaciju odraslih, jedinicu za rehabilitaciju djece, jedinicu za kontrolu boli, jedinicu za kralježnicu te školu za fizioterapeute. Također djeluje kao savjetnik ravnatelja bolnice i kao prodekan za dodiplomski i magistarski studij na Drugom medicinskom fakultetu Karlovog sveučilišta u Pragu. Profesor Kolar je cijenjen u svom radu u rehabilitaciji, kao i utilizaciji metoda DNS-a u svijetu profesionalnog sporta. Bio je kliničar za češki Olimpijski nogometni tim, Davis Cup tenisački tim i nacionalni tim hokeja na ledu. Široko priznanje je stekao za svoje liječenje bivšeg predsjednika Vaclava Havela kao njegov osobni kliničar kad bi išao u inozemstvo. Zbog velikog utjecaja koji je DNS imao na

pristup rehabilitaciji u Češkoj republici, profesoru Kolaru je dodijeljena prestižna „Predsjednička nagrada za profesionalnu izvrsnost“. Zanimljivo je da je ova nagrada inače rezervirana za postignuća onih u starijoj životnoj dobi nakon desetljeća značajnih doprinosa, profesor Kolar je dobio nagradu dok je bio u ranim 40-tim godinama (2).



## **2. CILJ RADA**

Cilj ovog rada je prikazati podlogu dinamičke neuromuskularne stabilizacije, primjenu u rehabilitaciji sportaša i analizu sportske izvedbe temeljenu na općim principa dinamičke neuromuskularne stabilizacije.

### **3. TEMELJI DINAMIČKE NEUROMUSKULARNE STABILIZACIJE**

#### **3.1. Razvojna kineziologija kao temelj**

Temelj ove teorije je razvojna kineziologija. U ranom djetinjstvu se razvijaju motorne funkcije. Obrasci pokreta koji se događaju u tom razdoblju su automatski, predvidljivi i genetski predodređeni pod ustrojstvom središnjeg živčanog sustava. Ovi motorni obrasci ili programi su formirani kako centralni živčani sustav sazrijeva. Motorni obrasci omogućuju novorođenčetu kontrolu stava te uspješno održavanje uspravnog antigravitacijskog položaja te na kraju pokretanje uz korištenje mišićne aktivnosti (1).

Razvojna kineziologija stavlja naglasak na postojanje središnjih obrazaca kretanja koji su „programirani“ kod novorođenčeta. Na primjer, novorođenče ne treba naučiti kako i kada da odigne glavu, uhvati igračku, okrene se na leđa ili puže. Svi ovi pokreti, mišićne sinergije ili motorički uzorci pojavljuju se automatski u određenim razvojnim razdobljima kroz proces sazrijevanja središnjeg živčanog sustava (1).

Postoji snažna skladnost između sazrijevanja središnjeg živčanog sustava i strukturalnog i anatomskeg razvitka kostiju, mišića, mekih tkivnih struktura koje zajedno čine zglob. Naime, sazrijevanje mozga utječe na razvoj motornih obrazaca što posljedično utječe na strukturalni razvoj. Ova poveznica je vrlo očita kada govorimo o oštećenjima središnjeg živčanog sustava, gdje su posljedično negativno pogođene razvojna sinkronija i mišićna koordinacija. Poremećena mišićna koordinacija, te poremećen razvoj mekog tkiva i zglobova naknadno mijenja položaj zglobova, morfološki razvoj i konačno, cjelokupno držanje (1).

Razvojna kineziologija objašnjava neurofiziološke aspekte razvoja lokomotornog sustava. To je posebno evidentno za razvoj u prvoj godini života kad se događa stabilizacija kralježnice u sagitalnoj ravnini, razvoj faznih pokreta u kombinaciji s rotacijom trupa i spontani motorni obrasci.

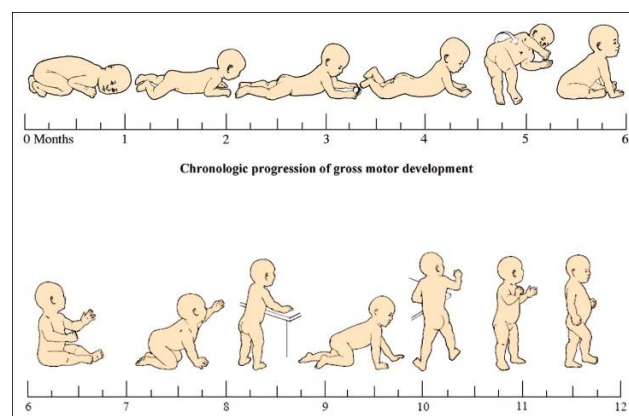
Po Kolaru, posturalna ontogeneza opisuje razvoj sustava za držanje tijela. Ona se ne događa bez sazrijevanja središnjeg živčanog sustava, genetski je determinirana, odvija se nesvjesno i automatski.

Kolar naglašava važnost razvojne kineziologije u praksi, radi odnosa između razvoja za vrijeme prve godine života i patologije lokomotornog sustava u odrasloj dobi. Razumijevanje kineziologije razvoja je neophodno za dijagnozu i tretman poremećaja lokomotornog sustava.

### 3.2. Razvoj djeteta

Ljudska lokomocija, za razliku od mnogih životinja, je nerazvijena nakon porođaja. Kako se središnji živčani sustav razvija tako i mišićna funkcija zahtijevaju sazrijevanje. Ovaj proces temelji se na morfološkom razvoju, ali i histološkom i anatomskom sazrijevanju tkiva (3).

Razvojna kineziologija bavi se razvojnim obilježjima prirodnog ljudskog pokreta. Razvojem središnjeg živčanog sustava mišićne funkcije se sve više voljno aktiviraju. Specifični motorički obrasci karakteriziraju određenu razvojnu dob djeteta te se koriste za kliničku procjenu (3) (Slika 1).



**Slika 1.** Kronološka progresija razvoja motorike za vrijeme prve godine života izvor: Johnson CP, Blasco PA. Infant growth and development. *Pediatr Rev.* 1997;18:224–242., preuzeto s <https://pedsinreview.aappublications.org/content/31/7/267.figures-only>

U novorođenačkoj i dojenačkoj dobi pojavljuju se primitivni refleksi poput refleksa sisanja, traženja usnama, automatskog hoda i Moroov refleks koji nastaju i nestaju kao odraz sazrijevanja središnjeg živčanog sustava. Za pravilan psihomotorni razvoj potreban je gubitak primitivnih refleksa.

Tijekom prvog mjeseca novorođenčice počinje proces kраниокаудалне екстензије. Iz potpune fleksije ekstremiteta postupno dolazi do njihove ekstenziје koja završava u dobi od 6 mjeseci. Tijekom razvoja možemo pratiti usvajanje antigravitacijskih položaja, na primjer u pokusu sjedenja povlačenjem djeteta za podlaktice iz leđnog položaja. U novorođenačkoj dobi glava „tone“ natrag, dok u dobi od 3 mjeseca zatiljak prati razinu leđa. U petom mjesecu dolazi do aktivne fleksije glave, vrata i donjih ekstremiteta tijekom cijelog pokusa sjedenja. Digitopalmarно hvatanje ostvaruje se s 3 - 4 mjeseca života, a u dobi od 6 - 7 mjeseci dijete aktivno i ciljano poseže za predmetom.

Do kraja drugog mjeseca života prisutan je automatski hod. S pet mjeseci novorođenčice se odupire prstima o podlogu. Četveronožni položaj dojenčice može zauzeti u 9. mjesecu života, dok se krajem 12. mjeseca života očekuje sigurno puzanje. S 11 - 12 mjeseci nekoliko sekundi balansira bez pridržavanja rukama, a samostalan hod očekuje se između 12. i 15. mjeseca života.

### **3.2.1. Pravilan motorički razvoj**

Prema Kolaru, motorički uzorci koji sazrijevaju nakon rođenja su bazični uzorci kretanja koje se koriste u odrasloj životnoj dobi.

Motorički razvoj označava sposobnost korištenja djetetova vlastita tijela prilikom savladavanja prostora, te manipulaciju predmetima kako bi postiglo određeni cilj, a povezan je s tjelesnim, kognitivnim, emocionalnim i socijalnim razvojem. Dijete putem osnovnih procesa kognitivnog razvoja kao što su osjeti, percepcija, pažnja i pamćenje gradi nove živčane stanice i putove u mozgu koji pomažu u njegovu sazrijevanju. Sazrijevanje živčanog sustava ili mijelinizacija je proces odgovoran za razvoj motorike. Osim nasljednih čimbenika, značajan utjecaj na motoriku imaju i vanjski čimbenici (6).

Razvoj motorike odvija se u cefalo-kaudalnom i proksimo-distalnom smjeru. Cefalo-kaudalni ukazuje prvo na kontrolu glave, trupa pa donjih ekstremiteta, a proksimo-distalni na kontrolu dijelova tijela koji su bliži kralježnici, a nakon toga onih koji su udaljeniji od kralježnice (9).

Pravilan motorički razvoj po svojim obilježjima izvedbe je jednak kod sve djece. No svako dijete ima svoj individualni tempo rasta i razvoja. Ne sazrijevaju sva djeca u isto vrijeme i to treba poštivati i razumjeti. Ono što omogućuje prepoznavanje pravilnog slijeda razvojnih faza motorike su miljokazi, odnosno ključni događaji razvoja. Postoji određeni raspon vremena u kojem se očekuje da će dijete moći izvesti neko kretanje. Tek kad postoji određeno odstupanje, otprilike do 3 mjeseca od prosječnog, treba tražiti uzroke i znakove upozorenja (6).

Preduvjet za procjenu spontane motorike je dobro poznavanje ontogeneze idealnog razvoja motorike s naglaskom na idealnu a ne normalnu motoriku. Pojam normalnog je neodređen, uz uvažavanje varijacije slijeda vremenskog javljanja pojedinih aktivnosti i kvalitete motoričkog odgovora (5).

### **3.2.2. Motorički razvoj djeteta 0-3 mjeseca**

Motoriku novorođenčadi obilježava masivna motorna aktivnost. Pokreti ruku i nogu su refleksni. U ovo vrijeme prisutni su palmarni i plantarni Grasp refleks i Moro refleks. Grasp refleksi izazivaju se u položaju na leđima podraživanjem palmarnog i plantarnog dijela šake i stopala, pri čemu se javlja fleksija prstiju. Palmarni Grasp refleks treba se izgubiti do 3. mjeseca života, a palmarni do 8-og mjeseca. Moro refleks se smatra jedinim nenaučenim strahom kod djece. Javlja se jakim širenjem ruku kao odgovor na glasan zvuk ili osjećaj da dijete pada. Treba se izgubiti u dobi od 4 mjeseca. Šake su većinu vremena stisnute. U položaju na trbuhu prisutna je savijenost velikih zglobova, posebno koljena i kukova, zbog čega je zdjelica podignuta prema gore. Glava je okrenuta u stranu kako bi se oslobodili dišni putovi. U toj dobi dijete ne može pomicati glavu bez oslonca o podlogu. Ruke su savijene u zglobu lakta i smještene su uz tijelo. Dijete je u tom položaju puno mirnije u odnosu na položaj na leđima u kojem novorođenče može opružati ruke i noge, dok su većinu vremena zglobovi i dalje savijeni, a glava je okrenuta u stranu (6).

U dobi od 6 tjedana, prisutan je položaj "mačevaoca" (glava je okrenuta prema objektu interesa na čijoj je strani ispružena ruka s otvorenom šakom i palcem prema van, te ispruženom nogom, dok su suprotna ruka i noga savijene (10). Dijete može fiksirati pogled, a u položaju na trbuhu može podignuti glavu nakratko, oslanjajući se na podlaktice.

Dob od 2 mjeseca karakterizira igra vlastitim rukama, što se naziva koordinacija ruka-ruka (10). Mišićni tonus se poboljšava. Dijete pokušava ostvariti kontakt s okolinom pomicanjem cijelog tijela, tako da i dalje traje razdoblje masivne motoričke aktivnosti. Dijete u dobi od 3 mjeseca u položaju na leđima leži simetrično i počinje stavljati šake u usta, a noge savija pod kutom od 90° stupnjeva i odiže ih od podloge. U ovoj fazi počinje razvoj hvatanja, a prvi hvat je radiopalmarni hvat. U položaju na trbuhu dijete dugo zadržava podignutu glavu, a ramena se podižu za 45° stupnjeva, dok je oslonac na laktovima što predstavlja prvi antigravitacijski položaj djeteta (6).

### **3.2.3. Motorički razvoj djeteta od 4-6 mjeseca**

U dobi od 4 mjeseca dijete u položaju na trbuhu može održavati ravnotežu i držati težinu glave i trupa oslonjeno na jednu ruku. Glavu može držati stabilno i okretati ju u svim smjerovima. Predmete hvata ispred sebe, prinosi ih ustima i može mahati njima. Sa 5 mjeseci dijete s namjerom poseže za predmetom, ta ga može premjestiti iz ruke u ruku ili ga uhvatiti sa obje ruke istovremeno. Imitira pokrete plivanja na trbuhu kada ne može dohvatiti predmet. U položaju na leđima rukama hvata svoja koljena, što se naziva koordinacija oko-ruka-noga (10). U istom položaju počinje se pomicati u krug (kao kazaljka na satu).

U ovoj fazi većina djece se počinje okretati s leđa na trbuh i/ ili s trbuha na leđa. Sa 6 mjeseci dijete se kontrolirano i bez zabacivanja glave okreće s trbuha na leđa i obratno. Potpuno opruža ruke i oslanja se na dlanove. U sjedećem položaju stabilno drži glavu uz zaobljeno tijelo.

### **3.2.4. Motorički razvoj djeteta od 7-9 mjeseci**

Sa 7 mjeseci dijete razvija pincetni hvat što znači da predmet prima kažiprstom i placem. Taj hvat označava početak fine motorike. Iz položaja na leđima rukama hvata stopala i stavlja ih u usta što se naziva koordinacija oko-ruka-noga-usta (10). Položaj "vrtnog patuljka" je položaj u kojem će pokušati dosegnuti željeni predmet tako da se na boku oslanja na lakat

jedne ruke, zdjelicu i natkoljenicu. Ako u tom položaju ne uspije dosegnuti predmet, podignuti će se ispružanjem ruke. U ovoj dobi djeca su sposobna na trbuhu se povlačiti po podlozi, postaviti se u upor klečeći oslonjeni na dlanove i koljena te ljuljati se naprijed – nazad u tom položaju, a neka počinju i vojnički puzati /gmizati. S 8 mjeseci dijete maše i plješće rukama, a ako nešto ne želi odguruje to rukama. Puže sa ispruženim rukama i na koljenima koja su u širini zdjelice, stopalima koja su okomito u odnosu na podlogu. Dijete samostalno sjeda ili iz upora klečećeg ili iz položaja vrtnog patuljka. Ako u sjedu počinje padati u stranu, dijete samoinicijativno postavlja ruke i kako ne bi palo što se naziva postranična obrambena reakcija (10). U devetom mjesecu kod većine djece puzanje je u potpunosti savladano, a razvoj fine motorike napreduje.

### **3.2.4. Motorički razvoj djeteta od 10 - 12 mjeseci**

S 10 mjeseci dijete samostalno sjedi, održava ravnotežu u tom položaju, s uspravnom kralježnicom, dok su mu ruke slobodne za igru. Pri padu prema natrag samoinicijativno postavlja ruke iza sebe. Motorika šaka je sve bolja, dijete hvata i spušta predmete, stavlja manje predmete u veće i slično (6).

Dijete se s 11 mjeseci podiže u stojeći stav, iskorakom, kreće se bočno korakom-dokorakom uz namještaj, uz oslonac rukama i nogama. Većina djece se može spustiti u čučanj i podići iz njega, mogu stajati na prstima. Nakon bočnog hodanja uz namještaj, mogu napraviti nekoliko koraka prema naprijed (6).

### **3.2.5. Motorički razvoj djeteta od 13 – 18 mjeseci**

U dobi od 13 mjeseci djeca sve sigurnije stoje i postupno sve bolje svladavaju hod prema naprijed. Prosječna dob u kojoj djeca nauče hodati, odnosno samostalno bez pridržavanja izvode 8 do 10 koraka u prostoru, je 14 mjeseci. U toj dobi se također može sagnuti i uzeti igračku s poda te ju nositi dok hoda. S 15 mjeseci dijete može držati čašu bez prolijevanja i služiti se žlicom pri jelu. Stepence svladava penjanjem rukama i koljenima, dok

s istih silazi klizanjem. Neka djeca mogu hodati unatrag u dobi od 16 mjeseci. Sa 17 mjeseci dijete je sposobno uz pomoć, hodanjem penjati se po stepenicama. Veseli ga guranje i vuča predmeta (6).

Nakon što dijete počne svladavati prostor kretanjem bilo puzanjem ili hodanjem, počinje i s penjanjem i silaženjem po prostoru. Penjanja i spuštanja/silaženja pripadaju biotičkim motoričkim znanjima. Penjanje je važan element kretanja koji omogućava dolazak na povišeni prostor, svladavajući pritom prepreke (6).

Poveznica anatomskih i biomehaničkih principa s principima neurofiziologije je izražena u stavu tijela i morfološke ontogeneze. Principi su međusobno uvjetovani i ne mogu se promatrati odvojeno. Jedan od glavnih principa motoričke ontogeneze je razvoj stava tijela, odnosno sposobnosti postizanja položaja zgloba s pojačanom mišićnom koordinacijom i razvoj funkcije koračanja ili potpore. Držanje osovine tijela u lordo-kifotičnoj krivulji i pozicioniranju zdjelice i prsa su rezultat razvoja u prvom dijelu motoričkog razvoja posturalne ontogeneze. Ovo je omogućenom sinergijom spinalnih ekstenzora i vratnih fleksora te intra-abdominalnim tlakom, što slijedi razvoj ciljanih faznih pokreta odnosno lokomociju. Shodno time razvoj koračanja odnosno potporne funkcije uključuje dvojaku funkciju (6).



### 3.3. Neuromuskularna funkcija i klinička procjena

Mehanički pokret je rezultat mišićne aktivnosti. Mišićni sustav je važan za metaboličke procese u organizmu i ima važnu ulogu kao informacijska i adaptacijska komponenta središnjeg živčanog sustava. Kroz središnji živčani sustav koji ga kontrolira, mišićni sustav je funkcionalno povezan sa zglobnim sustavom, unutrašnjim organima i kožom. Razumijevanje mišićne funkcije u poveznici s procesima kontrole su ključni za rehabilitaciju. Predodređena mišićna funkcija diktirana je mišićnim polazištem i hvatištem i time omogućuje pokret u zglobovima. Govoreći o funkcionalnoj dijagnozi i tretmanu važnije je promatrati mišić u njegovoj funkciji, na primjer m. biceps brachii kao supinator podlaktice i fleksor lakta i ramena, nego na temelju njegovog polazišta, hvatišta ili izolirane snage. Iako je mišićna aktivnost mehanički pokret, procjenjujemo je na temelju pravila mehanike. Za razumijevanje mišićne funkcije i poremećaja iste, moramo razumjeti ulogu i organizaciju CNS-a. Mišić moramo sagledati kroz kliničku kineziologiju (radi li se o fleksoru, ekstenzoru, rotatoru, agonistu antagonistu), što definira funkciju mišića kao anatomsku jedinicu. U drugu ruku, trebamo ga sagledati s gledišta funkcionalne kineziologije koja gleda na mišić kao zrcalo središnjeg živčanog sustava – mišićni tonus, kvaliteta i pravovremenost aktivacije svjedoče o mišićnoj funkciji. Mišićni sustav se nalazi na presjeku izvršenja radnji središnjeg živčanog sustava i periferije (kože, potkožnog tkiva, zglobova,..) (4).

Mišićna funkcija se može shvatiti kao ekspresija središnjeg živčanog sustava. U ovom kontekstu mišić se ne smatra glavnim izvršiteljem sustava za pokretanje već motorna jedinica. Motorna jedinica je kompleks koji se sastoji od motoneurona i mišićnog vlakna s kojim je povezan. Motorni neuron je direktno povezan s mišićnim vlaknima i komunicira simultano s mrežom spinalnih interneurona putem svojih dendrita. Ovdje dolazi u direktan kontakt s putevima koji nose signal iz središta i iz periferije te završavaju na facilitirajućim ili inhibirajućim sinapsama motoneurona (11). Motorna jedinica je, dakle, glavni centar koordinacije živčanih inputa koji konvergiraju motornim neuronima iz periferije, spinalnih segmenata i viših stupnjeva središnjeg živčanog sustava. Stoga mišić shvaćamo kao produžetak živca i kao dio živčanog sustava, a ne kao izoliranu samostalnu jedinicu (4).

Klinička manifestacija disfunkcije neuromišićnog sustava je opsežna. Preko mišićne funkcije ili njegove reaktivnosti ne procjenjujemo samo mišićnu funkciju već i kontrolne

funkcije. Kliničke manifestacije ovise na kojoj razini su locirane disfunkcije. Primjerice kad je riječ o disfunkciji kore mozga uz zahvaćene motoričke funkcije, zahvaćene su i fatičke sposobnosti komunikacije, govora, pisanja, brojanja, apstraktnog razmišljanja; gnostičke sposobnosti – sposobnost prepoznavanja objekata vidom sluhom i dodirom; praktične sposobnosti – sposobnost izvođenja složenih svakodnevnih i kreativnih aktivnosti (4). Kad je riječ o procjeni mišićne funkcije, ne možemo odvojiti procjenu funkcije mišića i cijelog tijela, kostiju, zglobova, ligamenata, tetiva, unutarnjih organa. No važno je razlučiti analizu mišićne funkcije i analizu funkcionalne patologije neuromišićnog sustava.

### **3.4. Procjena stava (posture)**

Postura je dovođenje različitih zglobova i segmenata tijela putem mišićne ravnoteže u određene pozicije. To je kompozicija segmenata tijela u određenom vremenu. Kolar ju definira kao aktivno držanje pokretnih dijelova tijela protiv vanjskih sila od kojih u svakidašnjem životu najznačajniji utjecaj ima gravitacijska sila. Dakle postura nije sinonim za uspravno držanje tijela na nogama ili u sjeduu, već je dio bilo kojeg položaja. Kod djeteta posturom se shvaća održavanje glavice uspravno u proniranom položaju, kao i odizanje i održavanje ekstremiteta protiv gravitacijske sile u supiniranom položaju.

Posturalna prilagodba i pravilna postura razvija se kao dio motoričkog razvoja i motoričke prilagodbe koja je u korelaciji s razvojem središnjeg živčanog sustava. Procjenom posture dobivamo informacije o pacijentovom pretjeranom naprezanju te sklonosti ozljedama. Analizom posture vidimo odnos struktura i njihovu koordinaciju u pokretu jer jedan segment djeluje na ostale segmente i tako na cijelo tijelo. Osnovni uvjet pravilne posture i posturalne prilagodbe je položaj maksimalne efikasnosti tijela u kojem je svaki segment pod minimalnim opterećenjem te je potrebna najmanja količina energije i napetosti za održavanje uspravnog položaja uz optimalno opterećenje zglobova, ligamenata i mišića. Dobra postura utječe na mišićni tonus te govori o mišićnom balansu. Gledajući pojedinačne segmente razmatramo stupanj i raspodjelu mišićnog tonus, koji bi trebao biti minimalan, naročito površnih mišića. Svaki pretjerani mišićni tonus, bilo cijelog tijela ili jednog mišića, je od značajne važnosti jer je gotovo nemoguće da povećani tonus u mirovanju nije uzrok ili rezultat disfunkcije

organizma. Kolar navodi da procjenom posture temeljimo zapažanja na takozvanoj „idealnoj posturi“ koja proizlaze iz središnjih programa posturalne ontogeneze. Dakle definicija idealne posture leži na biomehaničkim i neurofiziološkim funkcijama. Biomehaničke funkcije opisuju način i količinu opterećenja, dok neurofiziološke funkcije opisuju kontrolne procese mišića koji omogućuju usklađenost mišićne aktivnosti, stabilizaciju te optimalnu količinu opterećenja zglobova. Njihova međupovezanost je dio posturalnog razvoja, te procjena statičke i dinamičke funkcije treba biti u kontekstu posturalne ontogeneze.

### **3.4.1. Normalna posturalna funkcija**

Kako bismo evaluirali posturalne funkcije moramo imati određene kriterije i norme koje definiraju što je idealna postura. Definicijom idealne posture proizlaze kategorizacije disfunkcija i odstupanja. Težnja za definiranjem tih normi rezultirala je tome da su brojni su autori pokušali definirati posturu na različite načine. Bruggerov koncept procjene idealne posture je različit od Pilatesovog koncepta. Frejka, Kendall, Lomicek, Mendesendieck, Jaros različito definiraju kriterije idealne posture. Većina ih isključivo definira posturu u uspravnom stojećem položaju, što se može smatrati neadekvatnim. Kolar smatra da se treba identificirati biomehaničke, anatomske i neurofiziološke funkcije i međuveze ovih funkcija u kontekstu motornog ili morfološkog razvoja.

### **3.4.2. Razvoj posture**

Povezivanje anatomske i biomehaničke principa s principima neurofiziologije je najznačajnija značajka u izgledu posture ili morfološkoj ontogenezi. Ovi su principi međusobno uvjetovani i ne mogu se promatrati odvojeno (4).

Jedan od osnovnih principa motorne ontogeneze jer razvoj tjelesne posture, ili sposobnosti kvalitativnog dostizanja položaja zglobova ojačanih koordiniranom aktivnosti mišića i razvojem funkcija koraćanja i podržavanja. Držanje osi tijela u lordo-kifotičnoj krivulji, i postavljanje zdjelice i grudnog koša u neutralni položaj, (što mijenja oblik grudnog koša) se

razvijaju tijekom prve faze motoričkog razvoja u posturalnoj ontogenezi. To je omogućeno uravnoteženom sinergijom između spinalnih ekstenzora i vratnih fleksora s intra-abdominalnim pritiskom (tj. međudjelovanjem dijafragme, abdominalnih mišića i mišića zdjeličnog dna). Iza toga slijedi razvoj ciljanih pokreta odnosno lokomocije (4).

Sve ovo znači da se razvoj funkcije koračanja i hvatanja te funkcije podržavanja ili guranja manifestira u dva funkcionalna oblika:

- Ipsilateralni uzorak (valjanje): korak i guranje događaju se na istostranim gornjim i donjim ekstremitetima (Slika 2).



**Slika 2.** Primjer ipsilateralnog obrasca pokret - rolanje, preuzeto sa:  
[https://www.babycenter.com/0\\_baby-milestone-rolling-over\\_6504.bc](https://www.babycenter.com/0_baby-milestone-rolling-over_6504.bc)

- Kontralateralni uzorak (puzanje): korak i guranje se događaju na suprotnim gornjim i donjim ekstremitetima (Slika 3).



**Slika 3.** Primjer kontralateralnog obrasca pokreta – puzanje, izvor:  
OKSANAKUZMINA/SHUTTERSTOCK.COM, preuzeto sa:  
<https://www.parents.com/baby/development/crawling/the-magic-of-crawling/>

Funkcije koračanja i podržavanja su ovisne o sposobnosti stabilizacije kralježnice, zdjelice i grudnog koša, pa se voljno pomicanje ekstremiteta događa tek kada stabilizirajuće funkcije sazru. Ovo je osigurano suradnjom antagonističkih mišićnih grupa (4).

Funkcije koračanja i podržavanja se razvijaju tijekom vremena. S 3 mj. starosti, u supiniranom ležećem položaju, pojavljuje se dohvaćanje gornjim ekstremitetima ili odguravanje s lateralne strane. S 4.5 mj. razvija se sposobnost dohvaćanja u središnjoj liniji a tijekom petog do šestog mjeseca slijedi dohvaćanje preko središnje linije. Nasuprotni ekstremiteti daju podršku ili „push-off“ funkciju. U proniranom položaju diferencijacija koračanja i podržavanja se pojavljuje u četvrtom mj (4).

Razvijanje i održavanje posture se događa u ovim položajima: u proniranom položaju s podrškom na laktovima, dohvaćanjem jednom rukom uz podršku na drugoj podlaktici u proniranom položaju, bočnom sijedu, ležanju na boku, održavanjem nogu u supiniranom položaju.

U dobi od pet do šest mjeseci, dijete okreće oči prema predmetu interesa što potiče dosezanje rukom nakon čega slijedi okretanje odnosno rolanje. Ova sinergija ostaje do kraja života. Tenisač okreće oči u smjeru loptice dok se priprema udariti reketom dok se njegov jezik kreće u istom smjeru. Ovdje pomicanje očiju i jezika olakšava posturalno lokomotorni uzorak, koji potiče i poboljšava sportsku izvedbu (7).

Tijekom fiziološkog razvoja djeteta pojavljuje se ravnoteža između antagonističkih mišića što omogućava održavanje položaja zglobova u tzv. neutralnom položaju (centriranom položaju). Ovo nastaje samo u zdravom centralnom živčanom sustavu. U tom slučaju govorimo o idealnoj posturi. U razvoju posturalnih disfunkcija, redovito se događa neadekvatni u funkcionalni zglobni položaj - anteverzija zdjelice, držanje glave prema naprijed, odignuti položaj prsnog koša pri prsnom disanju. (4).

Središnji živčani sustav i viši centri kontrole su odgovorni za razvoj stabilizacije, poravnanje trupa, zdjelice, prsa i kralježnice; kao i funkcije koračanja i potiskivanja (potpore). Ovaj sustav se može refleksno aktivirati pritiskom „trigger zona“. Stimulacijom „trigger zona“ facilitiramo stabilizaciju torakolumbalne regije i zdjelice te facilitiramo funkcije koračanja, potpore i orofacijalne funkcije. Slični pokreti i funkcije se zapažaju za vrijeme razvoja posture.

Mišićna suradnja s antagonistima rezultira centralizacijom zglobova odnosno omogućuje postizanje neutralnog zglobnog položaja za vrijeme pokreta. Kolar navodi da se ovi globalni obrasci refleksnog pokretanja mogu izazvati opetovano i uvijek na isti način. Promatrajući međuvezu biomehaničkih i fizioloških načela testiramo i procjenjujemo funkciju posturalnih mišića. Posturalna mišićna funkcija koja sazrijeva za vrijeme fiziološkog razvoja ili je aktivirana refleksnom stimulacijom je idealni model posture. Uspoređujući s ovim idealnim modelom kretanja promatramo odstupanja, devijacije i analiziramo njihove posljedice. (4)

### **3.4.3. Posturalna stabilnost, stabilizacija i reaktibilnost**

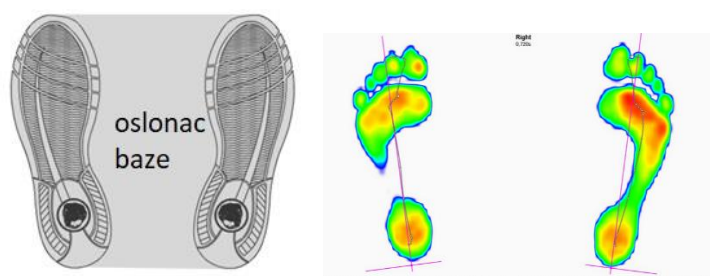
U aspektu posturalnih funkcija Kolar razlučuje posturalnu stabilnost, posturalnu stabilizaciju i posturalnu reaktibilnost.

Kad osoba zadržava statički položaj, tijelo se uobičajno ne pomiče u prostoru. No održavanje statičkog položaja u sebi sadrži dinamičke procese. To je proces, a ne statična pojava te zahtijeva kontinuirano postizanje i održavanje statičkog položaja. Sposobnost tijela da dosegne stabilan položaj bez nehotimičnog i nekontroliranog padanja naziva se posturalna stabilnost (4).

Na stabilnost utječu biomehanički faktori među koje spada područje na koje je tijelo oslonjeno. Baza oslonca je cijelo područje omeđeno najudaljenijim marginama potpornog područja. Točke oslonca su dio površine koji je u direktnom kontaktu s tijelom (Slika 4). Drugim riječima baza oslonca je u pravilu veća od točaka oslonca. Osnovni uvjet za stabilnost u statičnom položaju je odražavanje centra težine u svakom trenutku na bazi oslonca, ali se centar težine ne mora odražavati na bazu odnosno točke oslonca. Na primjeru četveronožnog položaja, točke oslonca bi bile oba dlana, koljena, dok bi baza oslonca bilo cijelo područje ispod tijela koje omeđeno vanjskim dijelovima dlana, jagodicama, ularnoj strani dlana, koljenima.

Centar gravitacije tijela (centar težine, težište) je točka u kojoj se čini kao da se nalazi cjelokupna težina tijela. Otprilike je smješten u sredini torza u visini pupka (14). Tijelo je u

ravnoteži ako se projekcija centra gravitacije tijela odnosno težišta nalazi unutar baze oslonca (Slika 4) (15).



**Slika 4.** Oslonac baze i točke oslonca stopala, uređeno i preuzeto s <https://rscan.com/resources/center-of-pressure/>

Stabilnost je također uvjetovana točkama oslonca pogotovo kad je riječ o stopalima i dlanovima. Dlanovi su u kontaktu s podlogom na području tenara, hipotenara i glavicama metakarpalnih kostiju. Prsti su rašireni, a težina se prenosi i na jagodice prstiju. Središnji dio dlana nije u kontaktu s podlogom. Ako je težina tijela samo na ularnoj strani dlana, nije moguće postići kvalitetnu aktivaciju vanjskih rotatora ramena i stabilizatora lopatice te se gubi pravilan globalni obrazac pokreta ako tijelo nije stabilno, a zglobovi centrirani (Slika 5).



**Slika 5.** A i B prikaz pravilnog oslonca na dlan, C prikaz nestabilnog oslonca na ularnu stranu dlana

Stabilnost je direktno proporcionalna dimenzijama baze oslonca i težini tijela i indirektno proporcionalna visini centra gravitacije iznad baze oslonca, udaljenosti između projekcije centra gravitacije na bazu oslonca i središta baze oslonca kao i nagiba baze u odnosu

na horizontalu. S druge strane, tijekom kretanja rezultatni vektor vanjskih sila (uključujući težinu, moment, trenje, sile reakcije) treba biti usmjeren direktno u bazu oslonca čak i kad sami vektor težine nije usmjeren u istom pravcu (4).

Stabilnost je narušena u statičkom opterećenju ako je vektor težine tijela projiciran van baze oslonca. Da bi tijelo kompenziralo disbalans neophodna je veća mišićna aktivnost i potrebno je održavanje rotacionog momenta mišićima i ligamentima. Mišićnu hiperaktivnost prati mišićna hipertoničnost, kasnije bol i na kraju razvoj deformacija.

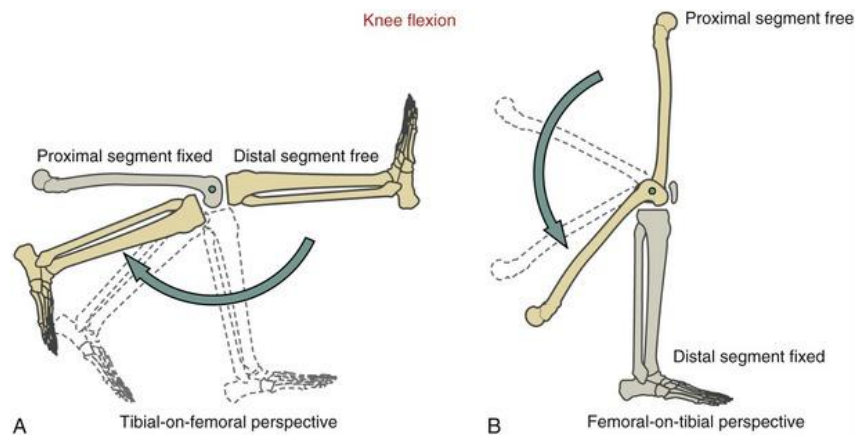
Posturalna stabilizacija je aktivno (mišićno) držanje segmenata tijela protiv djelovanje vanjskih sila, kontrolirano CNS-om. Ova mišićna aktivnost drži segmente tijela (aktivno držanje segmenata) protiv djelovanja vanjskih sila (osobito gravitacijskih sila). U statičkim situacijama (stajanje, sjedenje, itd.) relativna čvrstina zglobova se postiže koordiniranim djelovanjem agonista i antagonista – koaktivacijom mišića. Ova aktivnost omogućuje odupiranje gravitacijskim silama u datim položajima. Stegnutost segmenata tijela omogućava uspravnu posturu i kretanje tijela. Bez koordinirane mišićne aktivnosti tijelo (kostur) propada (4). Zato je potrebna posturalna stabilizacija. Ona ne samo što djeluje protiv gravitacije već je i dio svih pokreta, čak i onih koji uključuju samo gornje ili donje ekstremitete.

Posturalna reaktivnost je reaktivna stabilizacijska funkcija. Svaki pokret iziskuje mišićnu aktivnost. Mišićna kontrakcija koja se stvara za savladavanje otpora se prenosi na moment sile ljudskog sistema poluga i izaziva reaktivnu mišićnu silu u cijelom sustavu pokreta. Svrha ove reaktivne stabilizacijske funkcije je postizanje čvrstoće zglobova, što čini čvrstu fiksnu točku nazvanu *punctum fixum* (4).

Mišićna koncentrična kontrakcija označava primicanje mišićnih hvatišta i polazišta. Smjer primicanja mišića ovisi o stabilizaciji proksimalnih i distalnih hvatišta što omogućavaju drugi mišići koji se nazivaju stabilizatori. Pokretni segment je u tom kontekstu *punctum mobile* dok je stabilizirani odnosno fiksni segment nazvan *punctum fixum*. Ovisno koji segment (pokretni ili fiksni) odgovara proksimalnom odnosno distalnom segmentu govorimo o otvorenom ili zatvorenom kinetičkom lancu.



### 3.5. Kinetički lanac



**Slika 6.** a) Otvoreni i b) zatvoreni kinetički lanac, preuzeto s <https://clinicalgate.com/getting-started/>

Otvoreni kinetički lanac označava pokret gdje je proksimalno mišićno hvatište stabilizirano dok se distalni segment pokreće (primjerice fiksna nadlaktica uz fleksiju pokretne podlaktice). Zatvoreni kinetički lanac opisuje pokret gdje je fiksna točka distalni segment tijela dok se proksimalni segment pokreće (primjerice kod čučnja, gdje je fiksna potkoljenica a natkoljenica se pokreće) (Slika 6). U svakodnevnom životu ne razmišljamo o ljudskom pokretu u kontekstu kinetičkih lanaca, ipak funkcija koračanja je primjer otvorenog kinetičkog lanca dok je funkcija potpore primjer zatvorenog kinetičkog lanca. Otvoreni i zatvoreni kinetički lanci nisu međusobno isključivi. Dapače, unutar jednog pokreta u tijelu istovremeno postoje otvoreni i zatvoreni kinetički lanci. Primjerice nogometaš prilikom šutanja lopte desnom nogom ima funkciju koračanja i funkciju potpore istovremeno. Njegova lijeva noga je potporna noga i punctum fixum je na lijevoj bedrenoj kosti dok je punctum mobile na zdjelici. Dakle, lijeva noga je u zatvorenom kinetičkom lancu. Desna noga ima funkciju koračanja. Punctum fixum je na zdjelici, dok desna bedrena kost je u pokretu i imamo primjer otvorenog kinetičkog lanca.

Nijedan namjerni pokret se ne može izvest bez stabilizacije mišićnih hvatišta odnosno bez čvrstoće zgloba u području hvatišta. Naprimjer, nije moguće postići fleksiju u kukovima bez stabilizacije kralježnice i zdjelice. Za pokret u zglobovima kuka aktiviraju se ekstenzori kralježnice i njihovi antagonisti. U ovom kontekstu antagonisti su trbušna mišićna struktura,

dijafragma i zdjelično dno, koji su odgovorni za stvaranje intra-abdominalnog tlaka. Međuodnos intra-abdominalnog tlaka i ekstenzora kralježnice formira punctum fixum u lumbalnoj kralježnici i zdjelici. U fiziološkim uvjetima lumbalni kralješci su u centraliziranom (središnjem) položaju tijekom djelovanja fleksora kuka, što znači da tijekom fleksije kuka ne smije biti pomaka ili decentracije hvatišta (inercijskog područja). Mišićna aktivnost u stabilizirajućem segmentu generira aktivnost u drugim mišićima s kojima su hvatišta povezana što omogućuje stabilnost u povezanim segmentima te je tako mišićna aktivnost „ulančana“ (4).

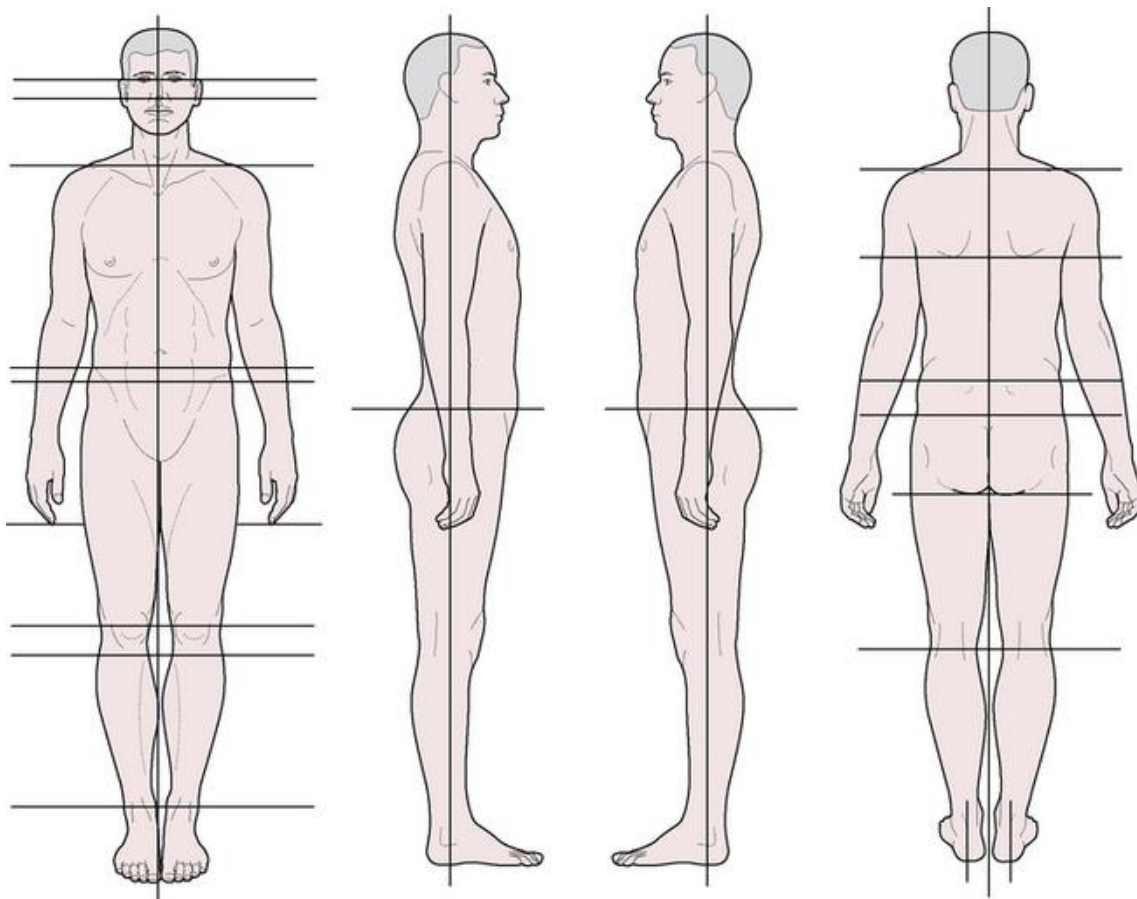
Eksperimentalno je zapaženo da aktivacija dijafragme, mišića zdjeličnog dna, abdominalnih mišića i mišića leđa (mišića koji osiguravaju stabilnost trupa) nastaje prije pokretanja gornjih i donjih ekstremiteta. Zabilježena je zajednička aktivacija dijafragme, mišića transversus abdominis, dna zdjelice i mišića multifida. Svaki pokret u segmentu se prenosi na kompletnu posturu, te uključuje prijenos stabilizacije u križno vezana područja i time na čitavo tijelo. Naprimjer, gutanje se ne može provesti bez stabilizacije jezika, posebno bez oslonca na nepce i stabilizirajuće funkcije drugih mišića (osobito mišića koji stabiliziraju podjezičnu kost) (4).

Prsa, abdomen, brahijalni i lumbosakralni pleksus i kralježnica čine „čvrst okvir“ što je uvjet za sva kretanja. Činjenica da je funkcija stabilizacije integrirana u gotovo svaki pokret naglašava značaj unutrašnjih sila ( tj. sila koje djeluju na zglobove preko mišićja i optimizirane su za idealnu stabilizaciju segmenata). Pod pretpostavkom da tzv. unutrašnje sile čine nefiziološko opterećenje segmenta samo je pitanje vremena kada će se pojaviti problemi koji mogu uključivati morfološke promjene (osteofiti, artrotske promjene). Bitno je naglasiti da iako je namjerni voljni pokret potpuno kontroliran, reaktivne stabilizacijske funkcije nastaju automatski i podsvjesno (4).

## 4. PREGLEDI POJEDINIH REGIJA TIJELA

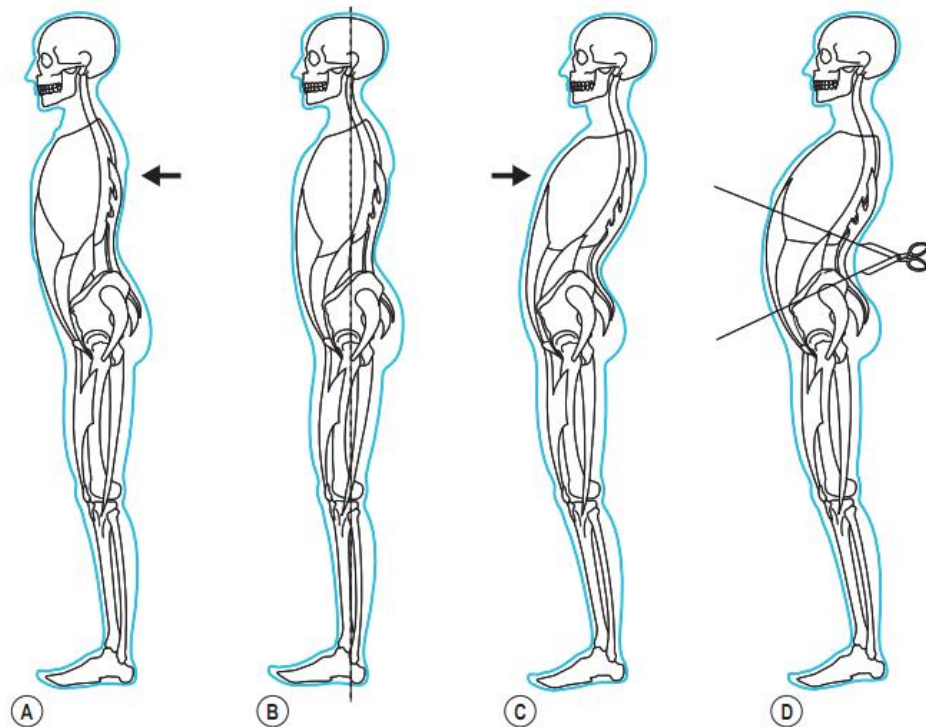
### 4.1. Kralježnica

Analizirajući kralježnicu prvo na što obraćamo pozornost je simetrija. Simetrija tijela se promatra u frontalnoj i sagitalnoj ravnini. Promatra se ravnomjerna raspoređenost težine na oba stopala u stojećoj poziciji kao i projekcija centra mase na bazu oslonca između stopala (Slika 7). Isto načelo za optimalnu simetriju osim u stojećoj poziciji vrijedi i pri analizi hoda. Proizvoljna vertikalna os, os gravitacije ili linija plumba odnosno visak determinira simetriju zakrivljenosti kralježnice.



**Slika 7.** Evaluacija simetrije tijela adaptirano sa NMT Center lower extremity course manual (1994) preuzeto sa <https://neupsykey.com/posture-acture-and-balance/#f0040>

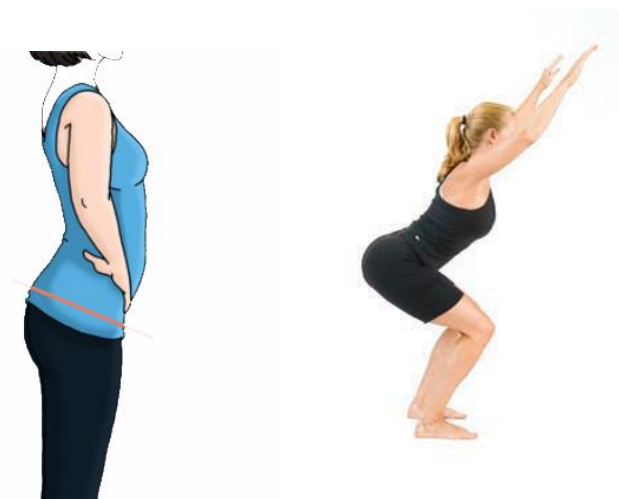
U fiziološkom scenariju vertikalna prolazi iza glave bedrene kosti na donje ekstremitete. U stvarnosti linija gravitacije kod zdravih pojedinaca je uobičajeno blizu centra mase trupa približno kralješku T9 i u blizini stražnjeg ruba križne kosti. Devijacije od ovog položaja vode u ravnotežne deficite (Slika 8). Za postizanje takve ravnoteže, potrebna je ko-aktivacija ekstenzora i fleksora. S jedne strane duboki ekstenzori kralježnice a s druge strane duboki vratni fleksori i mišići koji stvaraju intra-abdominalni tlak (dijafragma, trbušna muskulatura, mišići zdjeličnog dna). Disbalans u stojećem položaju je u početku kompenziran jačom mišićnom aktivacijom, u pratnji s mišićnim hipertonusom, zatim boli i u konačnici promijenjenom formom odnosno deformitetima. Potrebna pretjerana mišićna aktivnost se pojavljuje i u drugim položajima i kretanjama (12).



**Slika 8.** Prikaz odnosa pozicije prsa i zdjelice A) Prsa u položaju prema naprijed. Prsa su pozicionirana ispred zdjelice. B) Optimalni položaj - prsa postavljena iznad zdjelice, prirodne krivine kralježnice, ravnoteža između anteriorne i posteriorne muskulature. C) prsa pozicionirana iza lumbosakralnog zgloba. D) sindrom otvorenih škara (open scissor syndrome). Prsa su odignuta prema gore, odnosno nalaze se u inspiratornom kranijalnom

položaju. Zdjelica je u anteriornom tiltu. Izvor: Physical Therapy/Breathing, Preuzeto sa: <https://iptnpt.tistory.com/230>

Pretjerana mišićna aktivnost se pojavljuje pri podizanju velikih težina, izvođenju istih pokreta veliki broj ponavljanja, bilo da je riječ o profesionalnom, rekreativnom sportu ili o karakterističnim pokretima kod određenih profesija. Tijelo se navikne na ove prilagodbe, a promjena forme se ne događa samo strukturno, već i centralno (Slika 9). Osoba počinje drugačije percipirati vlastito tijelo. Senzorna posturalna percepcija se izmijeni te osoba korekcije shvaća neprirodnima i ne osjeća se „uspravno“. Nešto slično u promijeni percepcije se događa nakon operativnog zahvata u oboljelih od tortikolisa. Operacijom je vrat ispravljen, ali bolesnik svoju novu percepciju svijeta doživljava iskrivljenom te je potrebna vizualna, vestibularna i proprioceptivna stimulacija za ponovno uspostavljanje pravilne percepcije (8).



**Slika 9.** Nepravilna postura tijela u mirovanju se odražava i pri izvođenju vježbi; preuzeto sa <https://backintelligence.com/anterior-pelvic-tilt-fix/>

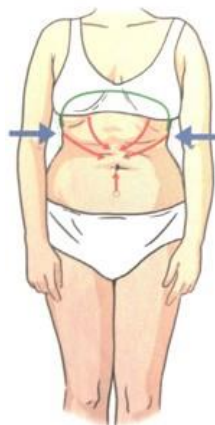
Kada promatramo leđa fokusiramo se na rotacije kralježnice promatrajući prominentna izbočenja rebara i udubljenja prsnog koša. U frontalnoj ravnini detektiramo skoliozu i skoliotično držanje. Također procjenjujemo položaj glave i vrata gdje se fokusiramo na pomak glave prema naprijed. Sve češće se susreće upravo ovaj položaj vrata zbog korištenja mobilnih uređaja, prijenosnih računala, sve većeg broja zanimanja koji zahtijevaju višesatno sjedenje i uredskih poslova. Također, loš vid (kratkovidnost) može biti uzrok pomaka glave prema naprijed jer se osoba nesvjesno približava objektu kojeg pokušava vidjeti. Pri promatranju leđa

procjenjujemo mišićni tonus vrata, simetričnost vratnih mišića lateralnu devijaciju glave dok pacijent promatra objekt ispred sebe. Obostrano ravan vrat a zakrenuta pozicija glave pri promatranju objekta sugerira na deficit u razvojnom pozicioniranju glave. Ako ovaj posturalni deficit perzistira u djetinjstvu (fiziološki je postojan samo kod novorođenčadi) može dovesti do abnormalnog posturalnog razvoja. To u kasnijim godinama vodi u deficit u procjeni senzornih inputa gdje osoba krivo percipira svoje vidno polje, odnosno nagnutu glavu doživljava uspravnom.

Pri promatranju leđa također procjenjujemo tonus i simetriju trapeza i mišića sternokleidomastoideusa. Nadalje, usredotočimo se na omjer između sternokleidomastoideusa i skalena. Kod osoba s nepravilnom tjelesnom posturom vrat je istaknuto vitak sa značajno vidljivim vratnim fleksorima. Glava je u blago prednjem položaju sa povećanom vratnom lordozom i ekstenzijom na cervikokranialnom prijelazu (12).

Naglašene krivine kralježnice kao povećana lumbalna lordoza, torakalna kifoza i već spomenuta vratna lordoza kod pomaka glave prema naprijed su znak disbalansa kralježničkog stupa. Promatraju se u sagitalnoj ravnini.

Promatrajući trbušnu muskulaturu također promatramo simetriju te palpiramo simetriju mišićnog tonusa. Najčešće je vidljiva povećana aktivnost gornjih ravnih trbušnih mišića u kombinaciji s uvlačenjem trbušnog zida. Također se javlja inverzna paradoksalna funkcija dijafragme. Kolar ovaj tip posture naziva sindrom pješčanog sata (Slika 10).



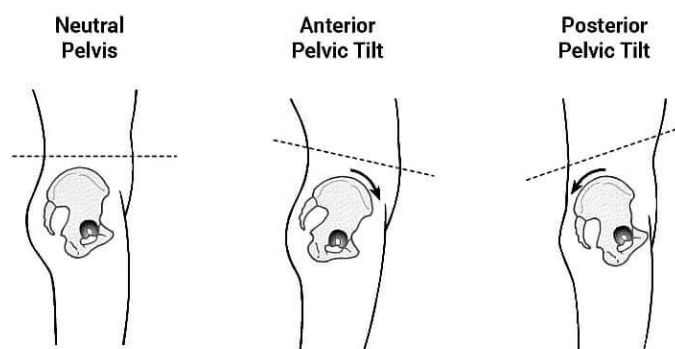
**Slika 10.** Sindrom pješčanog sata Autor: FYZIOklinika physiotherapy Ltd., Prague, Czech Republic Izvor: Clinical experience in private practice and physiotherapeutic field, FYZIOklinika preuzeto sa: <http://www.fyziopedia.org/articles/303-hourglass-syndrome>

U sindromu pješčanog sata, punctum fixum dijafragme je na tetivnom središtu. Tijekom funkcije dijafragme niža rebra su privučena unutra i pomiču se prema gore s prsnom kosti. Pomicanjem prsne kosti pokret se prenosi na gornja rebra, koja se dodatno podižu aktivacijom pomoćnih respiratornih mišića. To dovodi do širenja gornjeg dijela prsišta, osobito u anteriorno-posteriornom smjeru. Kod ovih pojedinaca primjećujemo hipertonus paravertebralnih mišića ili hipertrofiju paravertebralnih mišića u području niže torakalne i više lumbalne kralježnice koja je povezana sa značajnom aktivnošću lumbalnog dijela dijafragme. Ovi mišići stabiliziraju samo polazišta dijafragme. O ovoj stabilizaciji (posture) svjedoči oslabljena funkcija dijafragme i ne-fiziološki tip disanja (12).

Pri pregledu kralježnice promatra se i položaj ramena. Snažni i skraćeni prsni mišići povlače ramena prema naprijed u protrakciju. Prsni koš je odignut za vrijeme djelovanje aduktora lopatica koji vrše retrakciju s namjerom da vrate ramena u središnju liniju.

## 4.2. Zdjelica

Zdjelica ima važnu ulogu u posturalnom balansu tijela. Devijacije zdjeličnog poravnanja gledajući sagitalnu ravninu su anteverzija ili anteriorni tilt te retroverzija ili posteriorni tilt (slika 11). Gledajući zdjelicu u frontalnoj ravnini ona može biti postavljena u koso, dok u transverzalnoj ravnini možemo govoriti o rotaciji zdjelice i torziji.



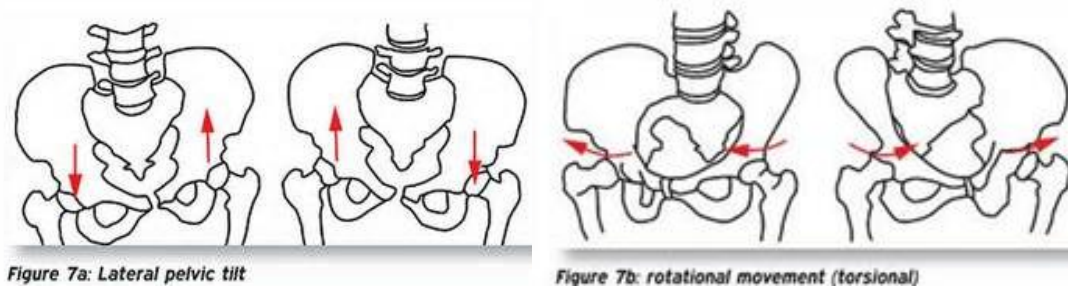
**Slika 11.** Anteriorni i posteriorni tilt zdjelice preuzeto s <http://38.lautmaschine.com/pelvic-tilt-diagram.html>

Zdjelična anteverzija i retroverzija su najčešće devijacije zdjeličnog poravnanja. Položaj zdjelice u anteriorno-posteriornom smjeru ovisi o ravnoteži između paravetralnih mišića i mišića koji utječu na intra-abdominalni pritisak ( abdominalni mišići, mišići dna zdjelice i dijafragme). Posebno je značajna mišićna ravnoteža između mišića s hvatištima na zdjelici koji utječu na donje ekstremitete: mišića stražnje lože (tzv. mišići hamstringsa u koje ubrajamo mišić semitendinosus, semimembranosus i biceps femoris) i pregibača kuka (iliacus, rectus femoris, sartorius, tensor fascia latae ). U normalnoj situaciji anteroiorno-posteriorni kut između spinae iliace posterior superior i ramus osis pubis (grana preponske kosti) je 30°. Kod neispravnog nagiba zdjelice (osobito tijekom zdjelične anteverzije) mišići dna zdjelice ne reagiraju adekvatno na povećani intra-abdominalni pritisak, koji je posljedica kontrakcije dijafragme tijekom udaha i trbušne stabilizacije. Rezultat svega toga je povećana aktivnost paravetralne muskulature. Ako je nagib zdjelice veći mogu se očekivati značajno veće sile smicanja u donjim segmentima lumbalne kralježnice. Kut nagiba zdjelice, tilt zdjelice (PT) je kut između glave bedrene kosti i vertikalne osi koja prolazi kroz centar križne kosti. Kut nagiba zdjelice veći od 63° rezultira lumbalnom hiperlordozom. Kada su fleksori kuka skraćeni hiperlordoza je sekundarna, i u tim je slučajevima duboka i ograničena na segmente lumbalne kralježnice. Ako se hiperlordoza formirala tijekom djetinjstva ili mladosti, popraćena je kratkom torakalnom kifozom. Jedan od glavnih uzroka hiperlordoze je disfunkcija anteriorne stabilizacije lumbalne kralježnice (koja je rezultat zajedničkog djelovanja abdominalnih mišića, dijafragme i dna zdjelice). Zbog funkcijske nedostatnosti ove sinergije zdjelična anteverzija je više sekundarna posljedica tijekom primarne hiperlordoze lumbalne kralježnice koja se širi i dostiže srednju torakalnu kralježnicu. To je uvijek popraćeno slabim stabilizatorima lopatica. Zdjelična retroverzija (PI manji od 43°) također predstavlja nestabilnu situaciju. Ona dovodi do izravnjanja lordotične krivine tzv. ravnih leđa koja su praćena negativnim posljedicama. Zdjelična retroverzija ponekad može biti kompenzacijski mehanizam za spinalnu stenozu tj. sužavanje kralježničkog kanala (12).

Lateralno nagnuti položaj zdjelice je rezultat razlike u dužini donjih ekstremiteta. Može biti anatomska ili funkcionalna razlika u dužini nogu. Anatomsku razliku u dužini nogu mjerimo centimetarskom trakom na dogovorenim koštanim mjestima. Funkcionalna skraćenosť nogu je „prividna“ skraćenosť koja je rezultat posturalne akomodacije. Lateralni pomak zdjelice je česta kompenzacija za lezije diska u donjim segmentima lumbalne



kralježnice. Torzija zdjelice je povezana sa sakroilijačnim pomakom ili SI blokom. Rotacija zdjelice je često idiopatsko stanje povezano s asimetričnim razvojem (slika 12).



**Slika 12.** Lateralni zdjelični nagib i rotacija zdjelice preuzeto s <http://38.lautmaschine.com/pelvic-tilt-diagram.html>

### 4.3. Lopatice

Analizirajući lopatice primarno promatramo poziciju medijalnog ruba lopatice u odnosu na kralježnicu i poziciju donjeg ruba lopatice. Medijalni rub lopatice bi trebao biti paralelan s kralježnicom. Funkcija prednjeg nazubljenog mišića (m. serratus anterior) je privlačenje lopatice prema prsnom košu i prema naprijed, takozvani ventrolateralni pokret lopatice, kao i aktivna stabilizacija lopatice. Eksterna rotacija lopatice ukazuje na slabost donjih stabilizatora lopatice, izraženo djelovanje aduktora ramena, gornjeg trapez (m. trapezius) i velikog prsnog mišića (m. pectoralis major).

Stabilizacijska aktivnost mišića lopatice ovisi o položaju prsnog koša i međuodnosa s dijafragmom i trbušnim mišićima koji tvore punctum fixum za funkciju kralježnice. Za vrijeme položaja prsnog koša u udahu, ova stabilizacijska funkcija nije ostvariva. Poveznica prsnog koša i lopatice je osigurana prednjim nazubljenim mišićem koji sudjeluje u abdukciji lopatice. Za vrijeme abdukcije, prednji nazubljeni mišić stabilizira i rotira lopaticu pomičući donji lopatični ugao lateralno. Donji dio nazubljenog mišića podiže gornji ugao, srednji dio je antagonist (za vrijeme stabilizacije djeluje kao sinergist) poprečnim nitima trapeznog mišića, a donji dio omogućava abdukciju. Kad je stabilizacijska uloga mišića oštećena, donji ugao lopatice se rotira medijalno i medijalni rub izvire prema van. Abdukcija iznad horizontalne

ravnine stagnira. Disfunkcija stabilizacijske akcije se očituje kao protruzija lopatice i naziva se krilata lopatica odnosno scapula alata (Slika 13). Korekcija krivog poravnanja lopatice dolazi iz promjene stabilizacijske funkcije prsnog koša (12).



**Slika 13.** krilate lopatice, scapulae alatae preuzeto s [https://www.physio-pedia.com/Winged\\_scapula](https://www.physio-pedia.com/Winged_scapula)

#### **4.4. Testiranje posturalne stabilnosti**

Pri evaluaciji mišića stabilizatora trupa koji održavaju posturu, koristi se manualni mišićni test (MMT). On se temelji na anatomske mišićnoj funkciji, te testira sposobnost postizanja maksimalne mišićne snage. No MMT nije dovoljan jer ne testira doprinos mišića u održavanju posture, mišićnu aktivnost i uključenost u različitim položajima i konkretnim situacijama. Upravo zbog toga testiranje mišića stabilizatora manualnim mišićnim testom nije adekvatno pri procjeni stabilnosti pojedinca već treba uključivati i kvalitetu mišićne aktivacije ali i mišićnu funkciju pri stabilizaciji.

Kolar navodi sljedeće smjernice koje trebaju biti ocijenjene pri testiranju posturalne stabilnosti:

- procijeniti sposobnosti zgloba da održava neutralni položaj za vrijeme stabilizacije;
- procijeniti aktivaciju dubinskih i površinskih mišića te je li njihova aktivnost adekvatna potrebnoj sili za održavanje stabilizacije;
- procijeniti događa li se pretjerana mišićna aktivnost za vrijeme stabilizacije te u kojoj su mjeri uključeni drugi mišići, odnosno koliko održavanje stabilizacije jednog segmenta utječe na druge segmente;

- procijeniti simetriju odnosno asimetrije mišićne aktivnosti i pravovremene aktivacije .

Sve navedeno se temelji na procjeni mišićne koordinacije koja omogućava stabilizaciju kralježnice, zdjelice i trupa. Stabilizacijom središta tijela omogućeno je neometano pokretanje ekstremiteta.

Pri stabilizaciji kralježnice i trupa uvijek su uključeni ekstenzori kralježnice. Prvo se aktiviraju dubinski ekstenzori kralježnice dok se površinski aktiviraju ukoliko je potrebna veća sila. Sinergistička aktivacija dubokih fleksora vrata balansira aktivnost ekstenzora kralježnice u skladu s dijafragmom, trbušnom muskulaturom i zdjeličnim dnom.

Za vrijeme stabilizacije kralježnice dijafragma se kontrahira. Kupolasti oblik dijafragme se izravna i spusti kaudalno. Ova aktivnost je neovisna o ciklusu disanja za vrijeme stabilizacije. Spuštanje i izravnavanje dijafragme povećava pritisak u trbušnoj šupljini. Donji dio otvora toraksa i abdominalne šupljine se širi. Spuštanjem dijafragme vertikalni presjek toraksa se povećava i donja rebra se šire lateralno. Anteriorno posteriorna os dijafragme koja spaja polazište sternalnog dijela dijafragme i kosto-freničnog kuta je gotovo horizontalna. Kontrakcijom ta os se pomiče kaudalno, ali bi trebala ostati horizontalna odnosno paralelna s osi zdjeličnog dna. Ako je os dijafragme pod određenim kutom u sagitalnoj ravnini za vrijeme kontrakcije, govorimo o nepravilnim mišićnim obrascima tj. kompenzatornim mehanizmima.

Za održavanje kaudalno pozicionirane dijafragme, potrebna je aktivacija trbušnih mišića koji su donji stabilizatori prsnog koša. Ta aktivacija treba biti uravnotežena s aktivacijom prsnih mišića, skalenusa i sternokleidomastoideusa tj. gornjih stabilizatora prsnog koša. Aktivnost mišića zdjelice utječe na intra-abdominalni tlak. Koordinacija i sinkronizirano djelovanje mišića zdjeličnog dna i nagiba zdjelice zajedno s trbušnom muskulaturom, dijafragmom i nagibom prsnog koša utječe na stabilnost i dovodi trup u poravnanje. Uloga trbušnih mišića je sprječavanje podizanja i širenje donjih rebara za vrijeme stabilizacije. Time se osigurava konstantno održavanje prsnog koša u transverzalnoj ravnini. Ta pozicija se smatra neutralnim položajem prsnog koša. Stabilan prsni koš postaje punctum fixum i omogućava kontrakciju dijafragme.

Dijafragma se kontrahira „obrnuto“. Rebreni dio (pars costalis diaphragmatis) se aktivira u smjeru središnje tetive (centrum tendineum), što povlači rebra prema unutra. Posljedično dijafragma se više izravna u lumbalnom dijelu s jasnim sudjelovanjem paravertebralnih mišića

pri stabilizaciji hvatišta. Količina aktivacije trbušne muskulature i izravnavanja dijafragme je proporcionalna vanjskim silama. Za vrijeme povećanog tonusa, trbušni mišići ekscentrično povlače inspiracijsku kontrakciju dijafragme. Ako je ova kooperacija narušena, gornji stabilizatori prsnog koša se uključuju u respiraciju, što vodi neadekvatnoj prednjoj stabilizaciji kralježnice i preopterećenjem ekstenzora kralježnice. Ako je regrutacija kralježničnih i prsnih mišića za vrijeme vanjskih podražaja ometena, pojavljuje se neproporcionalno opterećenje i posturalna nestabilnost. Pod utjecajem stereotipnog pretjeranog opterećivanja, poremećene funkcije postaju zaseban etiološki faktor anatomskog nalaza i izvor poteškoća. Kod većine pacijenata koji imaju deficite kretanja se primjećuju karakteristične devijacije u funkciji mišićne stabilizacije.

Detekcija tih karakterističnih devijacija omogućuje procjenu posturalne aktivnosti. U procjeni se koriste specifični testovi: test ekstenzije, test fleksije trupa, test dijafragme, test ekstenzije kuka, test fleksije kuka (sjedeca i supinirana verzija), test intra-abdominalnog tlaka, test na sve četiri, test dubokog čučnja. U ovom radu će biti opisani test ekstenzije, test fleksije, test dijafragme, test sagitalne stabilizacije u supiniranom položaju i test medvjeda.

#### **4.4.1. Test ekstenzije**

Pacijent je u proniranom ležećem položaju. Test se može izvesti s rukama postavljenim uz tijelo ili s rukama u fleksiji i potporom na podlakticama. Pacijent odiže glavu od podloge do blage ekstenzije kralježnice gdje zaustavljamo pokret (Slika 14). Promatra se:

- a) koordinacija i uključenost trbušnih mišića, lateralnih i stražnjih dijelova mišića,
- b) uključenost ishiokruralne muskulature, tj. mišići hamstringsa, mišići stražnje lože, (m. semitendinosus, semimembranosus i biceps femoris),
- c) uključenost mišića stražnje strane potkoljenice (m. tricepsa surae),
- d) pozicioniranje i pokret lopatica, položaj zdjelice.



**Slika 14.** Test ekstenzije

#### Pravilni obrazac pokreta

Za vrijeme ekstenzije aktiviraju se spinalni ekstenzori i lateralna grupa trbušnih mišića. Procjenjuje se ravnoteža, koordinacija i simetrična aktiviranost navedenih mišića. Trbušni zid treba zadržavati cilindričan oblik. Također se procjenjuje aktivacija mišića stražnje linije nogu (natkoljenice, potkoljenice) te mišića stražnjice. Mišići bi trebali biti minimalno aktivirani ili potpuno opušteni. Zdjelica ostaje u neutralnom položaju, ne ide u prednju rotaciju, a uporište je na pubičnoj simfizi. Ako se radi test na podlakticama, uporište je na medijalnom epikondilu humerusa. Savijeni laktovi su u razini očiju, a lopatice u priljubljene uz rebra i u položaju abdukcije. Adekvatna fleksija i abdukcija u zglobu ramena je primjetna. Vratni dio kralježnice je izdužen. Cijela kralježnica je fluidna tijekom izvođenja kretnje dok je vratni dio kralježnice izdužen.

#### Znakovi poremećaja stabilizacije

Na poremećaj u stabilizaciji ukazuju nedovoljno uključeni duboki fleksori vrata, koji bi trebali biti u ko-aktivaciji s ekstenzorima. Također hiperobilnost vratne kralježnice, pojavljivanje kožnih nabora na stražnjoj strani vrata, položaj glave u reklinaciji te hiperaktivnost pomoćne respiratorne muskulature. Hiperaktivni gornji fiksatori lopatice (m. trapezius, m. levator scapulae, mm. Rhomboidei) i kratki vratni ekstenzori, nedostatna aktivacija donjih fiksatora lopatice (m. serratus anterior), priljubljanje lopatica uz medijalnu

liniju uz odizanje ramena kranijalno, pomicanje gornjih uglova lopatica kranijalno (aktivnost srednjeg i gornjeg dijela trapeziusa), adukcija gornjih uglova lopatica i abdukcija donjih uglova lopatica su patološki nalazi pri izvođenju testa ekstenzije. Pretjerana aktivnost paravertebralne kralježnice s maksimalnom aktivacijom donje torakalne i gornje lumbalne regije kralježnice (Slika 15), te neaktivirana ili nedovoljno aktivirana lateralna grupa trbušnih mišića također ukazuju na poremećaj u stabilizaciji. Pomak zdjelice u anteverziju i prenošenje potpore na regiju oko pupka je tipičan nalaz u pacijenta s boli u lumbalnoj kralježnici. Pacijenti sa poremećenom stabilizacijom mogu imati preveliku aktivnost mišića stražnje strane nogu. Patološki nalaz donjeg dijela lumbalne kralježnice je refleksna i prijevremena ishiokruralna aktivacija na strani iritacije. Pojačana aktivnost u srednjem dijelu ishiokruralne muskulature i srednjoj regiji lista je indikativna iritaciji s1 regije, korijen živca L5, uz slabiju aktivnost lateralnog dijela bedrenog mišića (m. quadriceps). Također povećana aktivacija najvećeg mišića stražnjice za vrijeme ekstenzijskog testa ukazuje na uključenost korijena živca ipsilateralno.



**Slika 15.** Test ekstenzije s lošom sagitalnom stabilizacijom

#### **4.4.2. Test fleksije**

Pacijent je u supiniranom položaju. Test započinje polaganom fleksijom vrata te trupa (Slika 16). Palpiraju se donja rebra. Promatra se:

- akcija prsnog koša.

#### Pravilni obrazac pokreta

Za vrijeme fleksije vrata aktiviraju se trbušni mišići. Ključne kosti se ne odižu, nije vidljiva hiperaktivnost prsnog mišića. Prsa su u kaudalnoj poziciji. Za vrijeme fleksije trupa aktiviraju se lateralni trbušni mišići. Vidljiva je koordinirana aktivacija ravnih trbušnih mišića, kosih trbušnih mišića i poprečnih trbušnih mišića.



**Slika 16.** Test fleksije

#### Znakovi poremećaja stabilizacije

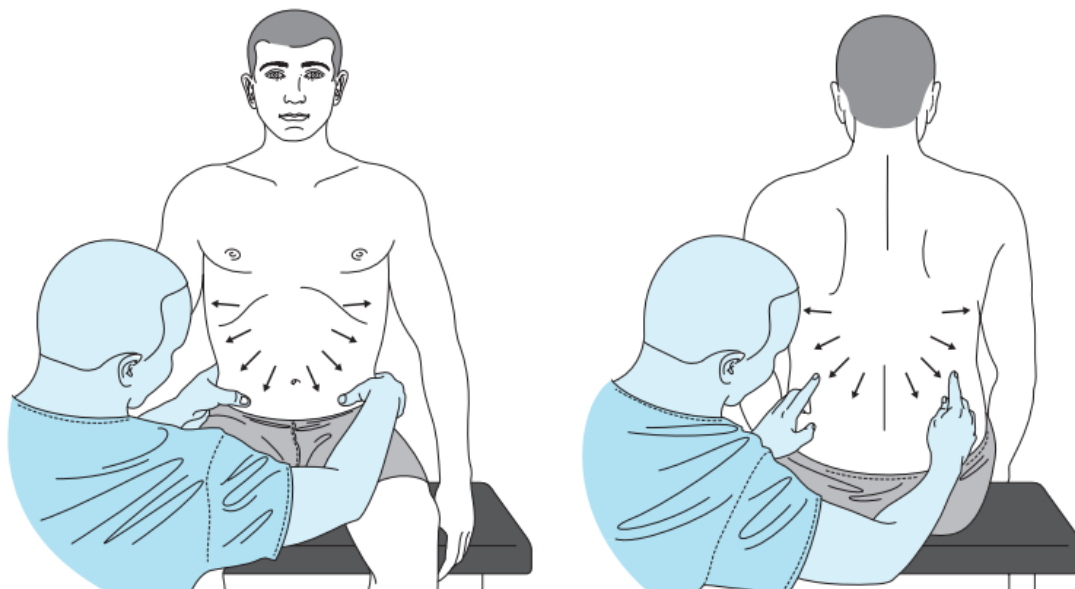
Kod pacijenata s poremećajem u stabilizaciji prsa se za vrijeme fleksije odižu kranijalno, dok se prsna kost odiže prema gore. Također može biti vidljivo odizanje ključnih kostiju kranijalno. Ta pozicija je položaj prsa kao kod prsnog udaha, a on je rezultat je povećane ekstenzije u torakolumbalnom prijelazu. Kod ovih pacijenata primjetna je ispupčenost lateralnih dijelova trbušnog zida. Za vrijeme fleksije trupa, rebra nisu fiksirana, već se pomiču lateralno i kranijalno. S fleksijom većom od 20 stupnjeva, kod neadekvatne stabilizacije lateralni dio trbušnih mišića se ispupči i dijastaza ravnog trbušnog mišića postaje vidljiva. Gornji dio ravnog trbušnog mišića (m. rectus abdominis) i lateralni dijelovi trbušnih mišića se aktiviraju, što rezultira konkavitom u ingvinalnom kanalu.

### 4.4.3. Test dijafragme

Pacijent sjedi uspravno. Prsa su u kaudalnom, spuštenom položaju (kao kod izdaha). Dorzolateralno se palpira ispod donjih rebara, djelomično se palpiraju i trbušni mišići ove regije. Procjenjuje se:

- položaj rebara;
- sposobnost aktivacije dijafragme te koordinacija s trbušnom muskulaturom.
- simetričnost i kvaliteta aktivacije dijafragme.

Od pacijenta se traži da daje otpor na dlanove fizioterapeuta šireći donji dio prsa. Pacijentu se daje uputa „dišite u moje prste“. Kralježnica za vrijeme testa mora biti uspravna. Respiratorna i posturalna funkcija dijafragme se ispituju na tri razine. Respiratornoj, posturalnoj i kombinaciji obje. Respiratorna funkcija se ispituje palpacijom za vrijeme uobičajenog disanja. Posturalna funkcija se ispituje dajući pritisak na dijafragmu koja otvara donji dio prsa. Pacijentu se daje uputa „gurnite moje prste prema van, bez da koristite udah“. Kombinacija obje funkcije se testira uz uputu pacijentu „gurajte moje prste prema van i dišite, nemojte popustiti pritisak pod mojim prstima“ (Slika17).

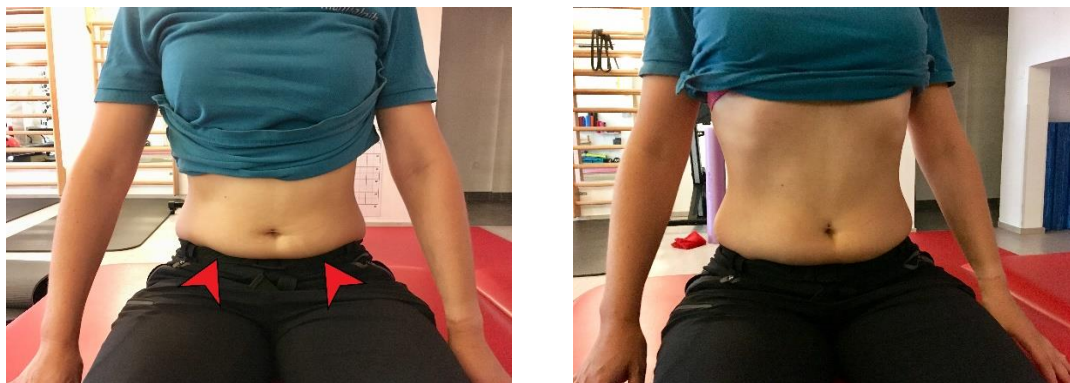


**Slika 17.** Test dijafragme, strjelice demonstriraju smjer širenja zraka pri udahu, izvor: Physical Therapy/Breathing, Preuzeto sa: <https://iptnpt.tistory.com/230>



## Pravilan obrazac pokreta

Pacijent uspješno daje otpor na dlanove terapeuta koji palpira trbušnu muskulaturu, dijafragmu i donja rebra. Pacijent uspješno održava postignuti otpor bez da prestaje ili zaustavlja disanje (Slika 18). Rebra se šire lateralno i dorzalno. Međurebreni prostori se šire. Rebra održavaju svoj položaj u transverzalnoj ravnini, ne odižu se kranijalno. Anteriorno-posteriorna os dijafragme koja povezuje lumbalni dio (pars lumbalis, crus dextrum et sinistrum) i sternalni dio (pars sternalis), je postavljena gotovo horizontalno održavajući kaudalni položaj prsnog koša.



**Slika 18.** Primjer dobrog i lošeg dijafragmalnog disanja, strelice ukazuju na mjesta palpacije

## Znakovi poremećaja stabilizacije

Pacijent sa poremećenom stabilizacijom nije u mogućnosti aktivirati mišiće na dlanove terapeuta, ili ih nedovoljno aktivira, ili aktivira samo jednu stranu. Znakovi patološkog nalaza su odizanje rebara kranijalno, nemogućnost održavanja prsnog koša u položaja izdaha te fleksija prsne kralježnice. U tom slučaju za vrijeme aktivacije, prsni koš se ne širi lateralno, dakle međurebreni prostori se ne šire zbog čega se ne može postići stabilizacija u donjim segmentima kralježnice.

#### 4.4.4. Test sagitalne stabilizacije u supiniranom položaju

Pacijent je u supiniranom položaju (Slika 19). Noge su flektirane u kukovima, koljenima i gležnjevima. Donji dio nogu je rukama terapeuta. Kukovi su u širini ramena i u blagoj vanjskoj rotaciji što dovodi kukove u centrirani položaj. Terapeut pasivno spušta pacijentova prsa u kaudalnu poziciju (poziciju prsa kao kod udaha) tako što spušta rebra prema dolje. Zatim postepeno uklanja potporu ispod pacijentovih nogu i daje uputu pacijentu da samostalno održi noge u istom položaju. Procjenjujemo:

- mogućnost izoliranih kretnji gornjih, donjih udova i glave;
- održavanje cilindričnog izgleda trbuha uz dijafragmalno disanje;
- promatra se priljubljenost kralježnice na podlogu;
- procjenjuje se aktivacija vratnih fleksora.



**Slika 19.** Supinirani položaj 4 mj.

Pravilan obrazac pokreta

U pacijenta je vidljiva uravnotežena aktivnost trbušnih mišića. Prsa ostaju u kaudalnoj poziciji, rebra ostaju spuštena. Donji dio prsa se širi. Os dijafragme je paralelna osi koja prolazi kroz

zdjelicu. Kralježnica se ne odiže od podloge. Idealna aktivacija označava ko-aktivaciju dijafragme, trbušnih mišića i mišića zdjeličnog dna.

#### Znakovi poremećaja stabilizacije

Kod pacijenata s lošom sagitalnom stabilizacijom vidljiva je aktivacija samo gornjeg dijela ravnog trbušnog mišića, povlačenje pupka kranijalno, odizanje prsa i postavljanje prsnog koša u poziciju udaha. Os dijafragme u tom slučaju nije paralelna s osi zdjelice jer odizanje prsnog koša povlači kralježnicu u ekstenziju. Ovaj položaj prsa i kralježnice, u kombinaciji s prednjom rotacijom zdjelice, se naziva sindrom otvorenih škara. Hiperaktivnost gornjih dijelova ravnog trbušnog mišića i nedostatna aktivacija kosih trbušnih mišića rezultiraju pojavom „žljebova“ s bočne strana ravnog trbušnog mišića u području iznad ingvinalnog kanala. Trbušni zid se konkavno urušava iznad prepona što je također jedan od znakova loše sagitalne stabilnosti. Kod sindroma otvorenih škara, os koja prolazi kroz dijafragmu i os koja prolazi kroz zdjelično dno konvergiraju jedna prema drugoj dorzalno, te se otvaraju kao škare ventralno – povlačeći kralježnicu u ekstenziju (Slika 20).



**Slika 20.** Sindrom otvorenih škara - rezultat neadekvatne sagitalne stabilizacije

#### 4.4.5. Test medvjeda

Test medvjeda je viši od četveronožnog testa. Test počinje u četveronožnom položaju na dlanovima i koljenima, pacijent odiže koljena i održava se u položaju medvjeda. Pacijent je oslonjen na dlanove i prednje dijelove stopala s petama u zraku. Ovaj položaj je zahtjevniji od četveronožnog testa i greške su naglašenije. Stopala su u širini ramena i oslonac je na glavicama metatarzalnih kostiju. Kralježnica je izdužena.

Promatra se:

- centriranost gležnjeva, koljena, kukova, ramena, laktova i ručnog zgloba;
- oslonac na dlanove - na koje dijelove dlana je prenesena težina tijela (ulnarnu, radijalnu stranu ili cijeli dlan).
- jesu li jagodice prstiju u punom kontaktu s podlogom te ukoliko je dlan u pretjeranoj dorzalnoj fleksiji ručnog zgloba.
- pozicija zdjelice (anteverzija, retroverzija ili neutralni položaj) i pozicija prsnog koša (kaudalna ili kranijalna pozicija).
- pozicija lopatica i ramena.
- aktivacija laterodorzalnog dijela trbušnih mišića;
- položaj glave i centriranost vrata;
- položaj i izduženost kralježnice u cijelosti (Slika 21).



Slika 21. Položaj medvjeda, 12 mjeseci

## Pravilni obrazac pokreta

Pacijent uspješno odiže koljena od podloge i zadržava položaj medvjeda. Kralježnica je izdužena. Abdomen zadržava cilindričan izgled što označava stabilizaciju. Stopala su u širini ramena. Pete su odignute od podloge i cijeli prednji dio stopala je oslonac. Težina je jednoliko raspoređena preko stopala i primjećuje se simetrija lijeve i desne strane. Gležanj je u neutralnom položaju. Koljena su blago savijena i rotirana prema van. Kukovi su u blagoj vanjskoj rotaciji i flektirani. Lijevi i desni kuk su simetrični. Zdjelica je u neutralnom položaju, između anteverzije i retroverzije. Kralježnica je ravna i izdužena. Zdjelica je paralelna s osi koja prolazi kroz dijafragmu. Rebra su spuštена i prsa su u kaudalnoj poziciji. Ramena su u blagoj vanjskoj rotaciji i abdukciji, a lopatice su u kaudalnom položaju i priljubljene za prsa. Laktovi su blago savijeni u centriranom neutralnom položaju između fleksije i ektenzije. Dlanovi su postavljeni na podlogu. Uporišta su na palcu, tenaru, hipotenaru, glavicama metakarpalnih kostiju. Jagodice prstiju su u kontaktu s podlogom, prsti su rašireni i priljubljeni uz podlogu. Sredina dlana nije u kontaktu s podlogom. Vrat je u neutralnoj poziciji između antefleksije i retrofleksije te je u elongaciji.



**Slika 22.** Znakovi loše stabilizacije lopatica i ramena u položaju medvjeda

## Znakovi poremećaja stabilizacije

Pacijent nije u mogućnosti održavati izduženu ravnu kralježnicu (Slika 22). Pojava povećane kifoza u torakalnom i lumbalnom dijelu kralježnice, te lordoza u lumbalnom dijelu kralježnice su znakovi poremećaja stabilizacije. Također se primjećuju:

- Lopatice nisu priljubljene uz prsni koš; odignuti medijalni rubovi i donji uglovi lopatica; lopatice u elevaciji; donji ugao lopatice u vanjskoj rotaciji.
- Ramena su u unutarnjoj rotaciji; elevaciji (kao da se gubi dužina vrata).
- Laktovi su u hiperekstenziji.
- Dlanovi nisu u kontaktu s podlogom. Najčešće varijante neadekvatnog oslonca na dlanove su: oslonac samo na ularnoj strani dlana (na hipotenaru), oslonac samo na bazi dlana (u području karpalnih kostiju), odignuti prsti od podloge, spojeni ispruženi prsti. Također neadekvatna baza oslonca je ako su dlanovi postavljeni uže od širine ramena, te ukoliko su zarotirani prema medijalnoj liniji, što ramena vuče u unutarnju rotaciju.
- Kukovi su u unutarnjoj rotaciji; izostaje aktivacija vanjskih rotatora.
- Koljena se približavaju medijalnoj liniji radi unutarnje rotacije kukova te poprimaju X oblik.
- Opterećenje nije jednoliko raspoređeno na stopala. Oslonac na lateralnoj strani stopala.
- Glava u protrakciji.

## 5. DNS PRISTUP REHABILITACIJI

### 5.1. Evaluacija sportske izvedbe

Prema DNS konceptu stabilizacija se procjenjuje u različitim položajima, pa tako i za vrijeme opterećenja i za vrijeme sporta. Kad je riječ o sportašima i sportskoj izvedbi procjenjuje se i analizira sportska tehnika i obrazac pokreta, centriranost zglobova, osi koje prolaze kroz prsni koš i zdjelicu u pokretu. Većina ljudi ima loše obrasce pokreta koje kompenzira mišićnom aktivacijom. Kompenzacije u početku budu dovoljne da pojedinac uopće ne osjeća bol. Problemi se javljaju kod velikih opterećenja koja se mogu vidjeti u sportaša. Velika opterećenja mogu biti velike kilaže kao i veliki broj ponavljanja istog pokreta. Navedena opterećenja predstavljaju izvor dugotrajnog stresa na tijelo te mogu izazvati mikrotraume na ligamentima, tetivama, mišićima i kostima, što još nazivamo ozljedama prenaprezanja. Cilj je detektirati mjesta koja su najslabija i pod najvećim opterećenjem; naučiti i implementirati pravilan obrazac pokreta; uspostaviti pravilnu stabilizaciju trupa, te ojačati slabe mišićne karike u kinetičkom lancu.

Sportaše nije dovoljno samo postaviti u statične položaje i testirati posturalnu stabilizaciju. Potrebno je video snimiti sportsku izvedbu te analizirati obrasce pokreta. Treba obratiti pozornost na centriranost zglobova, koordinaciju pokreta, nagle pokrete, sposobnost relaksacije.

Uzroci nedostataka u stabilizaciji zglobova :

1. Neadekvatna neuromišićna kontrola. Njeni glavni uzroci su:

a) Poremećaj u posturalnoj ontogenezi.

Nedostatak u uzajamnom djelovanju mišića nastaje tijekom abnormalnog posturalnog razvoja. To je nepravilno uspostavljen posturalni uzorak kretanja

b) Habitucija nekorektnih dinamičkih stereotipa.

Nedostatak u uzajamnom djelovanju mišića se razvija kao posljedica nepravilno naučene i fiksirane aktivnosti (nepravilna praksa, profesija s unilateralnim posturalnim opterećenjem,

kulturni i estetski faktori, nesposobnosti opuštanja i povezanim deficitom u selektivnom pokretu itd.)

c) Defenzivne ( zaštitne ) CNS ili mišićne funkcije.

Adaptacija CNS-a u patološkim situacijama dovodi do karakterističnih promjena u mišićnom tonusu kao i promjena čitave posture (13).

2. Nedostatnost mišića za osiguravanje segmentne stabilizacije zglobova.

Motorički programi koji osiguravaju stabilizaciju uzajamnog djelovanja mišića imaju „dimenziju snage“. To znači da pod normalnim uvjetima, stabilizacijska funkcija djeluje fiziološki i može biti korištena samo do određene mjere pod terećenjem vanjskim silama. To se često koristi u dijagnostici dodavanjem otpora u definiranom položaju i pokretu ili zahtjevnim vanjskim uvjetima. Otpor i zahtjevni vanjski uvjeti naglašavaju pokret i olakšavaju vidljivost posturalnih patologija. Primjer je test oslanjanja, u kojem pojedinac kleči s rukama na podu i prenosi težinu na gornje ekstremitete. Kvaliteta mišićne sinergije može odrediti nedostatak stabilizacije, osobito u području lopatice i ramenog pojasa. Korektno izvedena vježba jača pokret i mišićnu sinergiju, što omogućava adekvatnu posturalnu stabilizaciju za ovaj pokret. Sa svakom vježbom snaženja, postura tijela se jača, uključujući njenu dinamiku. To je razlog važnosti poštivanja principa funkcionalnog centriranog položaja zgloba i pokreta tijekom treninga snaženja. Samo se u tom slučaju fiziološka stabilizacija mišićne sinergije jača zajedno s primarnim pokretom. Stoga vježba ima pozitivni utjecaj na čitav sustav pokretanja (13).

3. Nedostatci ligamenta i nedostatci u lokalnim, regionalnim i globalnim parametrima.

Osobine mezenhimnog tkiva i anatomske parametri (kolodijafizni kutovi zglobova kuka, oblik patele, poravnanje glenoidne fose, itd.) su važni faktori koji utječu na stabilizaciju zglobova tijekom aktivnosti vanjskih sila. Nasuprot mišićnoj funkciji, na ovu situaciju vježba nema značajan utjecaj, ali je može djelomično kompenzirati. U pojedinim slučajevima rješenje je korektivna kirurgija (13).



## 5.2. Opći principi praktične tehnike

1. Opći principi se koriste s ciljem utjecanja na stabilizacijsku funkciju. Osnovani su na programima koji sazrijevaju tijekom posturalne ontogeneze (globalni uzorci - ipsilateralni i kontralateralni uzorci kretanja, centriranje zglobova i njihov reflektivni utjecaj na funkciju stabiliziranja, facilitacija „trigger“ zona, funkcija potpore, otpor planiranim pokretima itd.) (13).
2. Vježbe utječu na stabilizaciju trupa ili sustav duboke stabilizacije kralježnice, koja je osnovni preduvjet za specifičnu funkciju ekstremiteta (13).
3. Mišići se treniraju u razvoju, u posturalnim linijama kretanja. Ulančavanje mišića omogućava modulaciju automatske aktivacije mišića u njihovim posturalnim funkcijama (13).
4. Kod odabiranja vježbe koja utiče na (segmentalnu) stabilizaciju valja uzeti u obzir da ona nije povezana samo s mišićima odgovarajućeg segmenta već uvijek djeluje unutar globalne mišićne sinergije koja proizlazi iz potpore (13).
5. Posturalne sile (potporne sile) moraju uvijek odgovarati snazi mišića koja izvršava pokret (fazni pokret). Dakle sila kojom se izvršava pokret ne smije biti veća od snage stabilizirajućih mišića, u suprotnom pokret nastaje iz alternativnih izvora (oni su izvedeni kompenzatornim, jačim mišićima) (13).

## 5.3. DNS pristup rehabilitaciji

DNS pristup liječenja temelji se na pažljivoj procjeni kvalitete stabilizacije i /ili pokreta, s ciljem obnove integriranog sustava za stabilizaciju kralježnice specifičnim funkcionalnim vježbama temeljenim na razvojnim kineziološkim položajima koje je zdravo dijete koristi. Ove vježbe trebaju aktivirati optimalne obrasce potrebne za stabilizaciju (potporu) u zatvorenom kinetičkom lancu, kao i dinamičke pokrete u otvorenom kinetičkom lancu, koji se događaju prilikom doseganja, bacanja, iskoraka naprijed ili udaranja nogom (1).

U osnovi, "svaki razvojni položaj je položaj vježbanja". Međutim, svaka vježba mora slijediti neke osnovne principe: uspostaviti pravilan respiratorni obrazac i regulaciju intra-abdominalnog tlaka, uspostaviti dobru kvalitetu podrške za svako dinamično kretanje ekstremiteta, te osigurati da su svi zglobovi dobro centrirani tijekom pokreta. Otpor ili opterećenje treba uskladiti sa sposobnošću sportaša da održava pravilnu formu tijekom vježbanja ili vježbe (1).

Krajnja strategija je „trenirati mozak“ za održavanje središnje kontrole, stabilnosti zglobova i idealne kvalitete kretanja koja se postiže smjericama liječnika. Naposljetku, ponavljanjem vježbi, središnja kontrola uspostavlja automatski model koji postaje temeljni dio svakodnevnog pokreta i vještina. Integriranje idealnog uzorka stabilizacije u sportskim aktivnostima ne samo da umanjuje rizik od ozljeda i sekundarnih sindroma boli koji su posljedica preopterećenja, već također poboljšava sportske performanse (1).

### **5.3.1. Analiza obrazaca pokreta u sportskoj izvedbi**

Analizirajući obrasce pokreta u sportu pažnja je usmjerena na smjer povlačenja mišića (koji dio se pokreće, koji je stabilan). Razlikujemo distalne i proksimalne dijelove tijela, a u njihovoj funkciji oni mogu biti punctum fixum i punctum mobile. Zatim se promatra pokret u zglobu, točnije u kojem su odnosu konkavna i konveksna zglobna ploha. U idealnom primjeru, dvije plohe su jednako cijelom dužinom udaljene, mišići su u sinergiji tako da su jednako aktivirani antagonisti i agonisti. Pasivne zglobne strukture (ligamenti i tetive) su u jednakoj mjeri napete kad je zglob centriran. Ligamenti i tetive nisu pretjerano zategnuti, no kod poremećaja u pasivnim zglobnim strukturama, dodir uzrokuje bolnost kod pacijenta (npr. impigment ramena). I konačno promatramo tijek pokreta. U zglobovima promatramo pokrete fleksije/ekstenzije, unutarnje/vanjske rotacije, pronacije/supinacije, everzije/inverzije, karakteristične pokrete za pojedinačne zglobove, kao i fluidnost pokreta u cijelosti.

Pokreti u sportu se mogu podijeliti u ipsilateralne, kontralateralne i homologne. Kontralateralni obrasci pokreta u sportu su sve kretnje koje pomiču tijelo prema naprijed, poput: trčanje, plivanje, skijaško trčanje, klizanje, skok u dalj, biciklizam (slika 23). Ipsilateralni obrasci pokreta su pokreti bacanja i udaranja, tj. pokreti koji u sebi imaju rotaciju

tijela. Ti pokreti karakteristični u: tenisu, baseballu, boksu, golfu, bacanju diska, badmintonu (slika 24). Homologi obrazaca pokreta označava istovremeno pokretanje gornjih i/ili donjih ekstremiteta. Koordinacija gornje i donje polovice tijela vidljiva u sportovima kao što su: veslanje, olimpijsko dizanje utega, powelifting, pokreti kao čučnjevi, sklekovi, zgibovi, potisak s klupe tzv. „bench press“, mrtvo dizanje. Većina sportova obuhvaća više tipova obrazaca pokreta, primjerice u nogometu ipsilateralni obrazac pokreta je pucanje šuta, dok je trčanje kontralateralni obrazac pokreta.



**Slika 23.** Primjer kontralateralnog obrasca pokreta, izvor: Maridav/Shutterstock

Kod kontralateralnih obrazaca pokreta postoje potporne funkcije i funkcije koračanja odnosno pokretanja (Slika 23). Potporna noga (lijeva noga na slici 23) se nalazi u ekstenziji u kuku, blagoj unutarnjoj rotaciji i adukciji, koljeno je u ekstenziji, dok je stopalo u plantarnoj fleksiji. Pokretna noga (desna noga na slici 23) je u fleksiji u kuku, blagoj vanjskoj rotaciji i abdukciji, koljeno je u fleksiji dok se stopalo nalazi u položaju dorzifleksije. Obrnuta situacija se događa s rukama: potporna ruka (desna ruka na slici 23) se nalazi u ekstenziji, unutarnjoj rotaciji i adukciji. Ruka koja se pokreće (lijeva ruka na slici 23), se nalazi u fleksiji, abdukciji i vanjskoj rotaciji u ramenu, fleksiji laktu i radijalnoj devijaciji. Kod trčanja zdjelica i prsni koš se rotiraju u suprotnom smjeru u transverzalnoj ravnini što rezultira blagom rotacijom kralježnice.

Preduvjeti za optimalno trčanje:

- stabilnost stopala, koljena i kuka za vrijeme faze oslonca,
- suprotna rotacija prsnog koša i zdjelice,
- ekstenzija i segmentalna rotacija prsne kralježnice,
- stabilan rameni obruč,
- potpuna fleksija i ekstenzija u zglobu kuka.



**Slika 24.** Primjer ipsilateralnog obrasca pokreta

U ovom radu ćemo za primjer uzeti analizu sportske izvedbe gdje se koristi ipsilateralni obrazac pokreta u sportu – tenis (Slika 25).

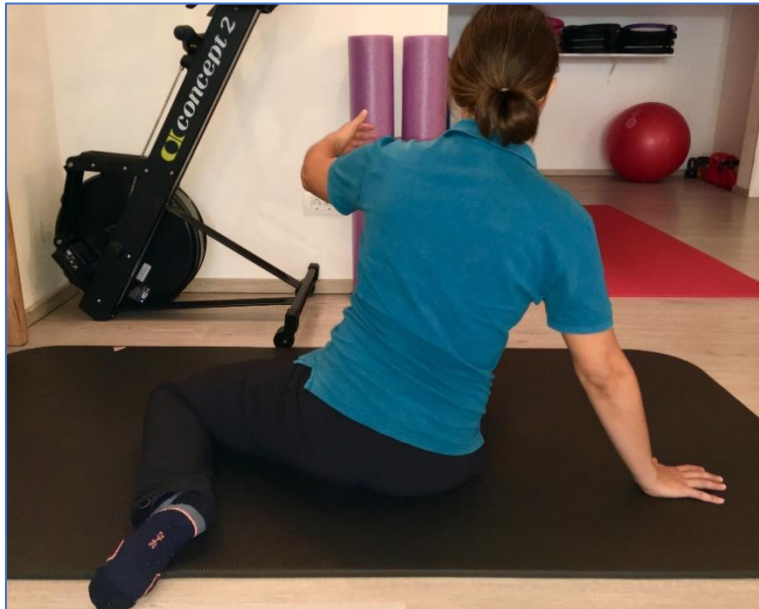


**Slika 25.** Prikaz smjera mišićne aktivnosti i funkcija koračanja i potopre na ipsilateralnom obrascu pokreta

Tenisač kad udara lopticu s reketom u desnoj ruci njegova lijeva ruka i lijeva noga imaju potpornu funkciju. Lijevo rame treba biti centrirano i nalazi se u zatvorenom kinetičkom lancu. Radi se o zatvorenom kinetičkom lancu unatoč činjenici da lijevi dlan nije u kontaktu s podlogom jer vrši istu funkciju. Stabilno i fiksirano lijevo rame je neophodno za rotaciju tijela. M. pectoralis major i minor (prsni mišići), m. serratus anterior (nazubljeni mišić) rotiraju trup, dok m. latissimus dorsi, trapesius, romboidei kontroliraju rotaciju kralježnice. Reket, desni dlan, podlaktica, nadlaktica su u otvorenom kinetičkom lancu i primiču se prema naprijed. Drugim riječima konveksno zglobno tijelo se pomiče unutar zglobne čašice ili konkavnog zglobnog tijela. U lijevom kuku mišići hamstringsa i m. rectus femoris stabiliziraju zdjelicu, gluteusi i vanjski rotatori ekscentrično kontrakcijom kontroliraju lateralnu stabilnost zdjelice, a aduktori rotiraju zdjelicu. Prvi kosi trbušni lanac rotira zdjelicu prema naprijed u smjeru pokreta. Drugi kosi trbušni lanac rotira trup prema naprijed. Aktiviraju se gotovo istovremeno, što rezultira rotacijom cijelog tijela oko svoje osi prema naprijed sa fiksnom točkom na lijevom ramenu i lijevom kuku (Slika 25).

### 5.3.2. Primjer rehabilitacije lošeg obrasca pokreta

Ako tenisač ima bolnost ili slabost pri stabilizaciji svojih fiksnih potpornih točaka primjerice slabost u lijevom ramenu, onda ne može postići optimalnu sportsku izvedbu. Slaba potpora rezultira slabom ili lošijom sportskom izvedbom. U tom slučaju treba raditi na ipsilateralnim obrascima kretanja kao što su rolanje iz položaja supinacije u pronaciju te na prijelazu iz kosog (bočnog) sijeda do položaja na sve četiri.



**Slika 26.** Bočni sijed

Noga koja je u funkciji koračanja se priprema za pokret prema naprijed te stopalo dolazi u kontakt s podlogom (slika 27).

Položaj kosog sijeda je razvojna progresija iz ležećeg bočnog položaja. U bočnom ležećem položaju tranzicija ipsilateralnim obrascem pokreta završava s uporištem na donjoj podlaktici i donjoj nozi. Iz tog položaja odižući lakat postizemo položaj kosog sijeda s istim uporištem koje se nalazi na vanjskoj strani bedra i potkoljenici donje noge i dlanu (Slika 26). Neophodna je sagitalna stabilizacija, a postiže se aktivacijom mišića rotatorne manšete, m. latissimus dorsi, m. pectoralis major, m. pectoralis minor, stražnjih vlaknana m. deltoideus, m. serratus anterior, mm. romboidei, srednjih i donjih vlaknana m. trapeziusa, kosih trbušnih mišića, paravertebralnih mišića, gluteusa, m. erector spinae i abduktora. Svi ovi mišići su neophodni za postizanje sagitalne stabilizacije, jer je potrebno održati paralelne osi dijafragme i zdjeličnog dna, dok se trup održava cilindričnim. Potrebna je stabilizacija donjeg ramena i

čvrsto uporište na dlanu i koljenu. Potrebno je ostvariti liniju koja prolazi kroz lijevo rame i lijevi kuk paralelno s linijom koja prolazi kroz desno rame i desni kuk . Potporna ruka je u liniji sa zdjelicom. Potporna noga je u semifleksiji koljena i kuka i u potpunom kontaktu s podlogom.



**Slika 27.** Bočni sijed sa potporom na stopalu kao priprema za prijelaz u četveronožni položaj

Pokret rotacije počinje odizanjem tijela na potpurnu nogu i dlan i rotacijom oko središnje osi u ipsilateralnom obrascu pokreta. Naglasak je na istovremenom pokretanju ipsilateralnog ramena i kuka održavajući intra-abdominalni pritisak, cilindrični izgled trupa te os dijafragme paralelno s osi koja prolazi zdjeličnim dnom.

Završni položaj je četveronožni s jednako raspoređenim uporištem na dlanovima i potkoljenicama (Slika 28). Ponovno se obraća pažnja na sve principe DNS vježbanja, a to su sagitalna stabilizacija, intra-abdominalni pritisak i abdominalno disanje, održavanje linije zdjelice i rebara međusobno paralelnima, te održavanje centralne pozicije zglobova. U „quadrpedu“ proksimalni korijenski zglobovi kuk i koljeno su centrirani kad su u položaju blage vanjske rotacije. Za kontrolu proksimalnih zglobova bitno je pozicioniranje točaka oslonca, odnosno dlanova i koljena te potkoljenica kod četveronožnog položaja.





**Slika 28.** Quadruped, četveronožni položaj

Prsti dlanova su rašireni i u dobrom kontaktu s podlogom s uporištem na tenaru, hipotenaru, na jagodicama prstiju i palcu. Oslonac na ularnoj strani dlana je primjer lošeg oslonca. To je položaj ručnog zgloba djeteta mlađeg od 3. mjeseca života koje još nije u mogućnosti oslanjati se na dlanove. Četveronožni položaj korelira razvojnoj dobi od 7 mjeseci. Kubitalna udubina, odnosno unutarinja strana lakta je usmjerena prema liniji između palca i kažiprsta iste ruke, što postavlja rame u vanjsku rotaciju odnosno centrira rameni zglob. Položaj lopatice ukazuje na stupanj aktivacije prednjeg nazubljenog mišića. Ako su medijalni bridovi lopatica paralelni s kralježnicom, te priljubljeni uz prsni koš radi se o dobroj aktivnosti prednjeg nazubljenog mišića. Dobra aktivacija omogućava pravilan globalni pokret tijela kao što bi bilo puzanje ili unilateralno odizanje ekstremiteta jer zahtijeva stabilizaciju.

Dakle, početni položaji za vježbe su izvedeni iz osnovnih razvojnih položaja posture. Osnovni položaji mogu biti ležeći na leđima, na prsima, na boku, na sve četiri, u visokom klečećem položaju, iskorak u visokom klečećem položaju, položaj tronošca. U osnovnim položajima vježbe se izvode održavanjem položaja uz aktivnu korekciju loše sagitalne stabilizacije ili održavanjem položaja uz pokretanje jednog ili više ekstremiteta, istovremeno ili naizmjenično. Također vježbe su tranzicijski prijelazi iz položaja u položaj. U vježbama se pojedinačni dijelovi mišića i pojedini mišići iz mišićnih grupa postepeno aktiviraju.



Pozicioniranje u pojedinačnim pokretima kretanja dozvoljava selektivni utjecaj posturalne funkcije dijelova individualnih mišića ili mišićnih grupa. To je vježbanje u ponešto „zamrznutom“ položaju faze kretanja. Kasnije čitava prijelazna faza kretanja može biti vježba, primjerice od polaznog bočno sjedećeg položaja do četveronožnog položaja. Odabiranje originalnog položaja ovisi o individualnim predispozicijama pacijenta. Ako su viši položaji prezahtjevni za pacijenta, vraćamo ga na niže položaje koji odgovaraju mlađim razvojnim fazama.

## 6. ZAKLJUČAK

Dinamička stabilnost jezgre za optimalne atletske performanse ne postiže se isključivo odgovarajućom snagom trbuha, ekstenzora leđa, mišića stražnjice ili bilo kojeg drugog mišića u izolaciji, već se postiže preciznom koordinacijom integriranog sustava za stabilizaciju kralježnice i regulacijom intra-abdominalnog tlaka.

Rehabilitacija sportaša i sportskih ozljeda po principima DNS se temelji na uspostavljanju optimalne stabilizacijske funkcije. Stabilizacijsku funkciju testiramo a kasnije i treniramo u statičkim položajima i dinamičkim pokretima. Cilj je ostvariti stabilnost u pokretu te usavršiti koordiniranu i pravovremenu mišićnu aktivaciju. Za svaki sport je potrebno procijeniti i analizirati specifične kretnje i obrasce pokreta koje sportaš koristi. Zatim u program vježbanja ili rehabilitacije uključiti vježbe koje korespondiraju obrascima pokreta za vrijeme prve godine života.

Dinamička neuromuskularna stabilizacija služi kao bitna metoda za procjenu i treniranje mišića u svim stadijima fiziološke funkcije, koristeći položaje predodređene razvojnom kineziologijom.

## 7. LITERATURA

1. Frank, Clare & Kobesova, Alena & Kolář, Pavel. (2013). Dynamic neuromuscular stabilization & sports rehabilitation. *International journal of sports physical therapy*. 8. 62-73.
2. Preuzeto sa: <https://www.rehabps.com/REHABILITATION/Kolar.html> [pristupljeno kolovoz, 2019.]
3. Preuzeto sa: [http://www.rehabps.com/VIDEO/Developmental\\_Kinesiology.html](http://www.rehabps.com/VIDEO/Developmental_Kinesiology.html) [pristupljeno kolovoz, 2019.]
4. Kolar P et al. *Clinical rehabilitation*. First edition. Praha. Alena Kobesova. 2013. 33-42
5. Skočilić S. *Rana dijagnostika i terapija po Vojti: Skripta za studente Visoke zdravstvene škole. Klik za dječje bolesti – Zagreb*. [pristupljeno kolovoz, 2019.] preuzeto sa:
6. Mirosavljević, A. (2016). *Važnost baby handling-a za pravilan motorički razvoj djeteta (Diplomski rad)*. Preuzeto s <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:117:359243> [pristupljeno kolovoz, 2019.]
7. Kobesova, A., Kolar, P., *Developmental kinesiology: Three levels of motor control in the assessment and treatment of the motor system*, *Journal of Bodywork & Movement Therapies* (2013), preuzeto sa: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbmt.2013.04.002> [pristupljeno kolovoz, 2019.]
8. Oledzka M, Suhr M, *Postsurgical Physical Therapy Management of Congenital Muscular Torticollis*. *Pediatric Physical Therapy*. 2017 Apr; 29(2):159-165.
9. Neljak B. *Kineziološka metodika u predškolskom odgoju*. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu. (2009)
10. Stojčević Polovina, M. *Poliklinika za fizikalnu medicinu i rehabilitaciju*. (2012). Preuzeto sa: <http://www.poliklinika.org/home.aspx?Id=1&Type=2&IdLang=2> [pristupljeno kolovoz, 2019]
11. Robinson A M, Williamson D H, *Physiological roles of ketone bodies as substrates and signals in mammalian tissues: Motor Unit of Mammalian Muscle*. *Physiological Reviews*. 1980; 60 (1): 90–142. [pristupljeno kolovoz, 2019.] <https://www.physiology.org/doi/abs/10.1152/physrev.1980.60.1.143>

12. Kolar P et al. Clinical rehabilitation. First edition. Praha. Alena Kobesova. 2013. p45-48
13. Kolar P et al. Clinical rehabilitation. First edition. Praha. Alena Kobesova. 2013. p253-255
14. Principles of Animation Physics: Part 4 [Internet], preuzeto sa: <https://www.animatorisland.com/principles-of-animation-physics-part-4/?v=fd4c638da5f8> [pristupljeno kolovoz, 2019]
15. Young H. D., Freedman R. A., Sears and Zemansky University Physics, Addison-Wesley, San Francisco (2004)

## **8. SAŽETAK**

Dinamička neuromuskularna stabilizacija (DNS) je manualni i rehabilitacijski pristup za optimiziranje sustava za pokretanje i bazirana je na znanstvenim principima razvojne kineziologije te integraciji principa neurofiziologije i biomehanike. Postizanje vrhunske sportske izvedbe zahtijeva adekvatnu stabilizaciju trupa, pravilan obrazac pokreta i koordiniranu mišićnu aktivnost. Pristup dinamičke neuromuskularne stabilizacije pruža alate za procjenu motornih obrazaca pokreta kao i način treniranja dubinskih mišića za postizanje optimalnog pokreta. Optimalan pokret zahtijeva funkcionalno centrirane zglobove i stabilizaciju trupa koja se postiže preciznom mišićnom koordinacijom i intra-abdominalnim tlakom što je pod regulacijom središnjeg živčanog sustava. DNS je zaradio na popularnosti i prihvaćen je u vrhunskom sportu kao način prevencije i rehabilitacije od muskuloskeletnih ozljeda.

## **9. ABSTRACT**

Dynamic neuromuscular stabilization (DNS) is a manual and rehabilitation approach for optimization of the locomotor system, based on the scientific principles of developmental kinesiology and integration of neurophysiology and biomechanics principles. Achieving peak sports performance requires adequate core stabilization, correct motor patterns, and coordinated muscle activation. The DNS approach provides tools to assess motor patterns and training of the intrinsic muscles needed for optimal movement. Optimal movement requires functional joint centration and trunk stabilization, which is accomplished through precise coordination of muscles and intra-abdominal pressure regulation by the central nervous system. DNS became popular and is accepted as a method of prevention and rehabilitation in professional sport.

## 10. ŽIVOTOPIS

Lucija Ševo rođena je u Splitu 14. studenog 1994. godine. Po završetku osnovnoškolskog obrazovanja, 2009. godine upisuje Prvu jezičnu gimnaziju u Splitu. Godine 2016. upisuje Preddiplomski studij fizioterapije pri Sveučilišnom odjelu zdravstvenih studija u Splitu. U razdoblju od 2015. godine do 2019. godine radi kao pilates instruktor, te 2019. godine uspješno polaže završni ispit na Kineziološkom učilištu body tehnike u Zagrebu i stječe licencu body instruktora. U veljači 2019. godine pristupa tečaju „Dynamic Neuromuscular Stabilization according to Kolář, Sport and fitness part I“ te u rujnu iste godine pristupa drugom stupnju „Sport and fitness part II“. Iste godine započinje sa vođenjem grupnih i individualnih treninga prema metodi DNS-a u Centru manualnih tehnika u Splitu.