

UNIVERZITET U BEOGRADU
FAKULTET SPORTA I FIZIČKOG VASPITANJA



ZNAČAJ TRENINGA STABILNOSTI TRUPA U OČUVANJU
KVALITETA ŽIVOTA SAVREMENOG ČOVEKA

Završni rad

Student:

Ljubica Radusin

Profesor:

dr Marija Macura

Beograd, 2020

UNIVERZITET U BEOGRADU
FAKULTET SPORTA I FIZIČKOG VASPITANJA



ZNAČAJ TRENINGA STABILNOSTI TRUPA U OČUVANJU
KVALITETA ŽIVOTA SAVREMENOG ČOVEKA

Završni rad

Student:

Ljubica Radusin

Br. indeksa: 2008/2016

Komisija za ocenu i odbranu završnog rada:

1. dr Marija Macura – redovni prof. mentor

2. dr Branka Marković, docent

3. dr Igor Ranisavljev, docent

Beograd, 2020

Sažetak

Tokom evolucije naše telo se gradilo i menjalo u oderdjenom smeru što je bilo uslovljeno promenama u načinu života. Evolucija se pobrinula za to da gibanje tela bude što efikasnije u svim pravcima. Najveće gibanje se ostvaruje u predelu karlično-trbušne komore jer ona jedina nema kosti koje je okružuju. Stoga je centralna stabilizacija ključna sposobnost koja se razvija još kod tek rođene dece.

Funkcionalna stabilizacija je ključna i neophodna za kretanje glave i ekstremiteta, i ključna za podršku kičmi kada stojimo ili sedimo. Osnovna svrha pravilnog funkcionisanja kora je da omogući pokret na periferiji. Savremeni način života narušava sistem stabilizacije čije su posledice višestruke. Sagledavanje čoveka iz različitih uglova, kao jednu integralnu celinu, trebalo bi da pruži najbolja rešenja.

KLJUČNE REČI: stabilnost, trup, lumbalni bol, senzorni sistem, mišići, fascija, mišićni dizbalans.

Sadržaj:

1. Uvod.....	3
2. Definisanje pojma „kor“	4
3. Anatomija i biomehanika kora.....	5
3.1. Pasivne strukture kora.....	5
3.2. Mišićni sistem.....	7
4. Neuralna integracija.....	17
5. Senzomotorni sistem.....	21
6. Motorna kontrola i stabilnost zglobova.....	23
7. Disfunkcija m. Transversus abdominis.....	26
8. Disfunkcija m. Multifidusa.....	28
9. Abdominalni „hollowing“ i abdominalni „bracing“	29
10. Duboki mišićni sistem i stabilizacija.....	31
11. Ograničenja globalnog mišićnog sistema.....	36
12. Intraabdominalni pritisak.....	37
13. Uloga posture u stabilizaciji.....	38
14. Disanje – prvi obrazac kretanja.....	43
15. Posledice narušenog intraabdominalnog pritiska.....	52
16. Dinamička neuromuskularna stabilizacija.....	54
16.1. Sazrevanje centralnog nervnog sistema.....	54
16.2. Posturalna ontogeneza i integracija sistema kičme, grudi i karlice.....	56
16.3. DNS principi vežbanja.....	72
16.4. Vodič kroz DNS tehniku.....	73
17. Uticaj različitih metoda stabilizacije na subkortikalnu neuroplastičnost.....	74
18. Zaključak.....	76
19. Literatura.....	77

1. Uvod

Jedan od prioriteta kako kod sportista tako i kod rekreativaca trebalo bi da bude adekvatno kondicioniranje trbušne muskulature. Poslednjih godina se značajno raspravlja o važnosti ovih mišića za efikasno kretanje. Mišićima ledja i trbuha se danas pridaje sve veći značaj. Jezgro (eng. Core) je termin koji predstavlja direktnu vezu između kranijalnog i kaudalnog dela tela. Obuhvata mišiće donjeg dela ledja i mišiće trbuha. Razvoj ove muskulature pokazao se kao neophodan, kako za potrebe rekreacije i sporta, tako i za potrebe svakodnevnog života. Jezgro u svakodnevnom životu ima ulogu u održavanju posture tela. Održavanjem tonusa u mišićima jezgra održava se uspravan stav i rasterećuje kičmeni stub. Pored toga, ovi mišići su aktivni u mnogobrojnim svakodnevnim aktivnostima, dakle, značaj razvoja jezgra je kod obične populacije u cilju očuvanja zdravlja, odnosno prevencije povreda.

Trening stabilnosti kora možemo definisati i kao trening koji za posledicu ima poboljšanje sistema da se nakon destabilizacije vrati u prvobitni položaj, kao i povećanje sposobnosti odupiranja spoljašnjim silama koje pokušavaju da ga dovedu u dizbalans.

Trening stabilizacije utiče na različite nivoe adaptacije organizma. Korišćenje najnovijih saznanja o načinima stabilizacije omogućava nam kreiranje uspešnijih trenažnih strategija za njihov razvoj. Poznato je da funkcionalnost ljudskog pokreta zavisi od funkcionalne stabilnosti trupa (kičmenog stuba, karlice, lopatica).

Proteklih godina sportski treneri sve više naglašavaju kor trening u svojoj sportskoj praksi. Istorijski gledano, terapeuti su takodje prepisivali vežbe za kor za osobe sa bolom u ledjima.

Sa aspekta sportiste i trenera vrlo je bitno poznavati najnovije pristupe u stabilizaciji, načine njihove primene i njihov uticaj na sportsko izvođenje. Važno je razumeti funkciju trupa u čovekovoj lokomociji i načine regulacije od strane centralnog nervnog sistema, dati uvid u načine kako disfunkcija utiče na posturalnu kontrolu, orijentaciju i njihovu uzajamnu zavisnost kod sportista.

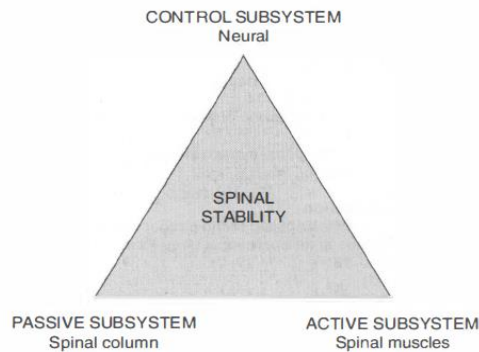
2. Definisanje pojma „kor“

Anatomski, kor se može definisati kao region trupa koji obuhvata delove skeleta – rameni pojas, grudni kos, karlicu, zatim pasivne strukture – hrskavice i ligamente, kao i aktivne strukture, mišiće, koji uzrokuju, kontrolišu ili preveniraju pokrete u ovom regionu. Može se reći da je osnovna svrha pravilnog funkcionisanja kora da projektuje pokret, prvenstveno hodanje. Nervni sistem reguliše aktivaciju i relaksaciju ovih mišića i vežbe bi trebalo da budu usmerene sličnim zahtevima koji se javljaju tokom određenih aktivnosti u sportu.

Termin kor se često u fitnes krugovima povezuje sa terminom „funkcionalni“. Termin „funkcionalni“ se koristi u vezi sa vežbama koje se smatraju specifičnijim za izvršenje zadataka ili koje imaju veći transfer na odredjenje veštine (Boyle 2004).

Medju populacijom, često se koristi termin „vežbe za kor“ koje pre svega imaju estetski karakter, više nego preventivni ili u svrhe sportskih performansi. U svakom slučaju, na koji će se način trenirati kor zasnovano je pre svega na individualnim potrebama.

Različiti autori zastupaju stav da vežbe treba da grade temelj za druge, specifičnije vežbe, do onih koje kažu da vežbama za kor utičemo na stabilnost kičmenog stuba, kao i na prenos obrtnog momenta i ugaone brzine od donjih do gornjih ekstremiteta. Međutim, najpribližnija definicija bi ipak mogla biti da je vežba za kor svaka vežba koja stimuliše regrutaciju neuromuskularnih obrazaca koji će osigurati stabilnu kičmu, ali koji će svakako dozvoliti efikasan pokret (McGill 2001). Centralna stabilizacija se najlakše može razumeti kroz tri zavisna podsistema, gde se kao posledica određenih deficita u kontroli kičmenog stuba može javiti bol. Ovi deficiti mogu biti potencijalno uzrokovani disfunkcijom u određenom podsystemu i ne mogu se kompenzovati drugim podsystemom.



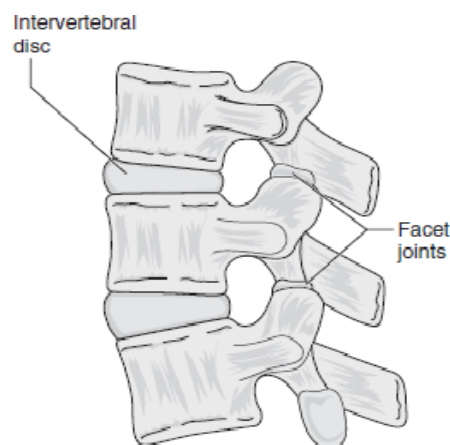
Slika 1: Tri podsistema koji doprinose stabilnosti lumbalnog regiona (Panjabi, 1992).

3. Anatomija i biomehanika kora

3.1. Pasivne strukture kora

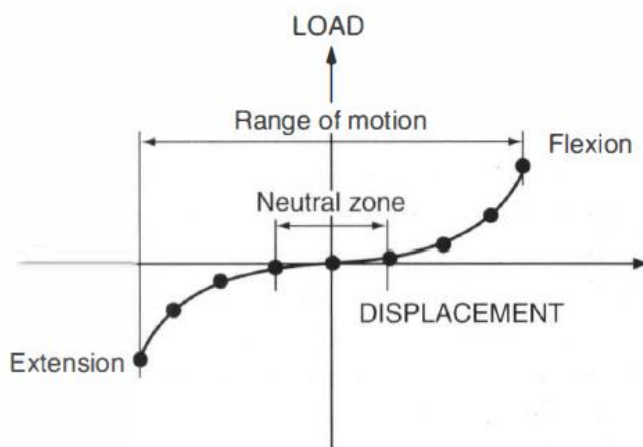
Termin „kor“ se često pogrešno povezivan sa ograničenom grupom mišića, međjutim, i niz pasivnih struktura je deo ove trijade. Skeletni sistem je rigidan sistem koji se sastoji od kostiju koje su povezane ligamentima i zglobovima. Zglobovi predstavljaju centre rotacije oko kojih deluju suprotni mišići i obrtni moment gravitacije. Tako zauzvrat mišići stvaraju napetost (što je regulisano centralnim nervnim sistemom), radi suprotstavljanja sili gravitacije u uspostavljanju, kontrolisanju ili preveniranju kretanja (Willardson, 2014).

Skeletni deo kora čine kosti karličnog pojasa koje su povezane sakroilijačnim zglobovima, a preko zgloba kuka su donji ekstremiteti povezani za karlični pojas, preko koga prenose silu od donjih ekstremiteta do gornjih. Kičmeni stub se sastoji od trideset i tri kičmena pršljena (sedam vratnih, dvanaest torakalnih, pet lumbalnih, pet sakralnih, pet trtičnih), od kojih su dvadeset i četiri pršljena pokretna u različitim pravcima, i to od C1 do L5, sa većom pokretljivošću u vratnom i lumbalnom delu, zbog promene orijentacije fasetnih zglobova (zglobovi između gornjih i donjih nastavaka između susenih zglobova) u cerviko-torakalnom i torako-lumbalnom delu (Boyle, Singer and Milne 1996).



Slika 2. Položaj fasetnih zglobova i njihov uticaj na pokrete u vratnom i lumbalnom regionu (Willardson, 2014).

Mogući pokreti medju kičmenim pršljenovima su: fleksija i ekstenzija u sagitalnoj ravni, lateralna fleksija u frontalnoj ravni, i rotacija u transverzalnoj ravni (Floyd 2009). Kada su u pitanju fasetni zglobovi izmedju pršljenova, u proseku je moguće 1-2 stepena kretanja u svakoj ravni, bez pasivnog otpora ligamenata (zatezanje ligamenata sprečava dalja kretanja) i međupršljenskih diskova. Raspon kretanja u ovom opsegu bez otpora naziva se neutralna zona (MCGill 2007).



Slika 3: Šematski prikaz ponašanja segmenata pod opterećenjem, ističući region poznat kao „neutralna zona“ (Panjabi, 1992).

Mogućnost da se održi lumbalna kičma u neutralnoj zoni tokom vežbanja sa otporom je, zapravo, neophodan uslov za prevenciju dodatnog stresa na pasivne strukture i omogućava aktivaciju mišića kora. Ukrućivanje kičmenih pršljenova putem mišićne napetosti je ključ za očuvanje neutralne zone i povećanje stabilnosti kičme (Panjabi 1992).

Očuvanje kičmene stabilnosti tokom različitih opterećenja najviše zavisi od toga da li je kičma u neutralnoj zoni. Ukoliko je lumbalni deo u okvirima neutralnog, mišićima je omogućeno da na najefikasniji način ispune svoju stabilizacionu ulogu. Nasuprot tome, kod fleksirane lumbalne kičme, koja je izvan neutralne zone, lumbalni ekstenzori su neurološki inhibirani da proizvode tenziju. Iz tog razloga, pasivna tkiva pružaju najveću stabilizacionu podršku, sto značajno povećava rizik od povredjivanja (McGill 2007).

Kada se razmatraju samostalno, pasivna tkiva imaju ograničenu moć stabilizacije. Tako nam mehanički model jasno pokazuje da se bez mišićne podrške, lumbalni deo kičme izvija pod opterećenjem od otprilike 9 kg (Cholewicki, McGill and Norman 1991). Očigledno da ovo nije dovoljno da izdrži težinu tela, a kamoli dodatna opterećenja tokom treninga sa opterećenjem ili svakodnevnih aktivnosti. Stoga je aktiviranje mišića trupa od sustinskog značaja za održavanje kičmene stabilnosti.

3.2. Mišićni sistem

Osnovna uloga mišića je da obezbedi neophodan obrtni moment i tako prouzrokuje kretanje (koncentrična kontrakcija), kontroliše kretanje (ekscentrična kontrakcija) ili spreči kretanje (izometrijska kontrakcija). Osim abdominalnih mišića, niz drugih mišića, takodje, čine delove kora koji zajedno dejstvuju. Ključna stvar je da ne postoji jedan glavni mišić kora koji je najvažniji i koji izvršava sve funkcije – statičke i dinamičke.

Različite posture i opterećenja deluju silom gravitacije i kreiraju opterećenje na sve strukture. Mišićna vlakna su orijentisana u različitim pravcima i na taj način stvaraju optimalnu krutost simultanom aktivacijom antagonističkih mišićnih grupa sa obe strane trupa, ili dozvoljavaju kretanje ako je to neophodno. Stoga bi najbolji pristup bio – kombinacija i dinamike i statike.

Funkcionalni značaj svakog mišića je različit i zavisi od poprečnog preseka, pravca pružanja vlakana ili od svoje biomehaničke uloge.

Prema ulozi koju imaju, mišići kora mogu se podeliti u dve velike grupe:

1. Lokalni stabilizatori trupa
2. Globalni stabilizatori trupa

Tabela 1: Lokalni i globalni stabilizatori kora

Lokalni stabilizatori trupa	Globalni stabilizatori trupa
Transversus abdominis	Obliques externus
Multifidus	Obliques internus
Dijafragma	Latissimus dorsi
Mišići karličnog dna	Erector spinae
Longissimus (deo vlakana)	Quadratus lumborum
Iliocostalis (deo vlakana)	Rectus abdominis
Obliques internus (deo vlakana)	

Anatomski, duboki mišići lokalnog sistema su sposobni da daju veliki doprinos stabilnosti kičme – što su bliže centru rotacije spinalnih segmenata i sa kraćom mišićnom dužinom, idealni su za kontrolu kretanja. Duboki mišići lumbalne regije imaju različitu arhitekturu i različitu ulogu u stabilizaciji. Najmanji intersegmentarni mišići, kao što su m. intertransversarii i m. interspinalis, možda nisu dominantni kao mehanički stabilizatori, ali zato umesto toga imaju proprioceptivnu ulogu. Mišići koji se prostorno preklapaju i tako povezuju susedne lumbalne pršljenove i sakrum, kao što su m. multifidus, imaju kapacitete da budu efikasni u stabilizaciji. Dodatno, i m. transversus abdominis doprinosi ovoj funkciji.

Dok veliki, površinski mišići povezuju karlicu i grudni koš, i svakako pružaju izvesnu količinu krutosti, aktivnost lokalnog mišićnog sistema, koji prelazi preko jednog ili više segmenata i pruža vitalnu stabilnost kičmenom stubu. Čak i kada su znatne sile generisane od strane velikih, globalnih mišićnih grupa, kičma je nestabilna ako nema aktivnosti na lokalnom nivou.

Povećana odstupanja i nekontrolisana kretanja van neutralne zone mogu se suzbiti aktivnošću lokalnog sistema. Ovi mišići mogu, međjutim, biti disfunkcionalni kod ljudi sa bolom u leđima. Lokalni sistem nije uvek u stanju da se odupre prolongiranoj, neprekidnoj mišićnoj kontrakciji sa ciljem da zaštiti bilo koji kičmeni segment.

Osim što se naglašava funkcija lokalnih kičmenih stabilizatora u vezi sa velikim opterećenjima, oni su takodje važni i u pružanju stabilnosti tokom laganih aktivnosti. Laki zadaci, kao što su hvatanje, kretanje, sedenje ili stajanje ne zahtevaju regrutovanje velikih, globalnih mišića, pa i u ovom slučaju lokalni mišići imaju protektivnu ulogu i neophodni su za kontrolu na nivou segmenata. Tako osobe sa istorijom bola u leđjima ili sedentarne osobe nemaju kontrolu lokalnih stabilizatora tokom lakih aktivnosti.

Ponavljane mikrotraume na nivou tkiva tokom dužeg vremena, zbog nedostatka kontrole na lokalnom nivou, dovešće do oštećenja i bola u leđjima. Ovo bi možda moglo biti objašnjenje zašto lake, svakodnevne aktivnosti mogu ubrzati ili prolongirati nastanak bola u leđjima.

Nema sumnje da globalni mišićni sistem, koji okružuje kičmu, učestvuje u posturalnoj stabilnosti, ali on ima i svojih ograničenja.

Izgleda da u kontrolisanju sile smicanja na kičmenim segmentima globalni mišićni sistem ima najoštrija ograničenja. Neke biomehaničke studije o ekstenzorima leđa pokazale su da male promene u fleksiji trupa rezultiraju velikim promenama u sili koja deluje na lumbalnu kičmu. U pokušaju da razumemo način na koji mišići trupa kontrolišu delovanje sile, naučnici su proučavali regrutaciju mišića lumbalne regije (*m. erector spinae*, *m. latissimus dorsi*, *m. obliques externus abdominis*, *m. rectus abdominis*, *m. gluteus maximus* i *m. rectus femoris*) upotrebom elektromiografije. Ovi globalni mišići nisu pružali odgovor na uticaj sile na kičmu. Autori veruju da su mišići lokalnog sistema, koji ne mogu biti izmereni površinskom elektromiografijom, aktivno podržavali kičmu tokom opterećenja.

Doprinos globalnih mišićnih grupa u lumbalnoj stabilnosti, u svakodnevnim situacijama, je ograničen potencijalnim problemima u vezi sa količinom mišićne aktivnosti i njihove međusobne ko-aktivacije. Problemi se mogu odnositi na prekomerno opterećenje mišićnih struktura mišićnom silom i rigidnošću trupa usled ko-aktivacije previše ili neadekvatnih mišića. Povišen nivo sadejstva globalnih mišića trupa povezan je sa povećanjem kompresije i opterećenja kičme.

Dok se povećana ko-kontrakcija očekuje tokom aktivnosti sa podizanjem tereta, prekomerna ko-aktivacija globalnih mišića otkrivena je kod pacijenata koji su imali bol u donjem delu leđa. Povećana ko-kontrakcija globalnih mišića tokom lakih funkcionalnih zadataka može čak biti indikacija neadekvatne kontrole trupa, kod osoba sa bolom u leđjima. Takodje, stabilnost lumbalnog dela mora da se održi uprkos aktivnosti pojedinačnih globalnih mišića. Tako na primer, *m. rectus abdominis* i *m. iliopsoas* proizvode nepovoljne sile za stabilnost sakro-ilijačnog zgloba. Svaka

preaktivnost ili krutost u bilo kom od ovih mišića, kod ljudi sa bolom u leđima, mogla bi predstavljati problem u rehabilitaciji stabilnosti lumbalnog segmenta.

U osnovi, postoje dva široka pristupa u stabilizaciji lumbalnog segmenta. Prvi se odnosi na minimiziranje sila koje se primenjuju tokom funkcionalnih aktivnosti. Drugi podrazumeva da dubokim mišićnim sistemom treba, pre svega, osigurati stabilnost lumbalnih segmenata.

Osim što u svakodnevnom životu možemo uticati na ergonomske uslove u kojima živimo i radimo, još jedna od mera kojima možemo smanjiti silu usmerenu ka kičmenim pršljenovima je trening snage i izdržljivosti globalnog mišićnog sistema. Ako se globalni mišići mogu nositi sa nivoom sile koju pojedinac „trpi“ u svakodnevnim aktivnostima, to znači da će nivo sile koji se prenosi na kičmu biti na što nižem nivou jer će tu silu kontrolisati i umanjivati lokalni mišići.

Ukoliko su neki od globalnih mišića preaktivni, metode u cilju smanjenja napetosti će pomoći u smanjenju štetne sile. Naravno, ovo jedino može biti bezbedno izvršeno ukoliko su duboki lokalni mišići ponovo uspostavili svoju funkciju u isto vreme. Moguće je da , čak i ako globalni mišićni sistem radi na odgovarajući način, lokalni sistem možda ne radi dovoljno dobro u kontroli kretanja segmenata. Funkcionalna podržavajuća uloga lokalnih mišića neće zavisiti samo od razvoja sile u njima samima, već i od neuro-mišićne kontrole i koordinacije (Panjabi). Neuralna kontrola stabilizacije ovih mišića je usko povezana sa razvojem odgovarajuće napetosti. Loša stabilizacija će nastati ako je razvijena sila premala, prevelika, prerana ili prekasna.

Dok su razni programi za prevenciju i rehabilitaciju povreda bili usmereni na minimiziranje sila koje deluju na kičmu, mogući destabilizujući efekti loše neuromišićne koordinacije nisu uzimane u obzir. Tako je lokalni mišićni sistem i njegova kontrola uzet kao najvažniji faktor u neprekidnom obezbeđivanju kičmene podrške.

Mišić Multifidus. Ovo su najmedijalnije pozicionirani od svih lumbalnih mišića, i u odnosu na druga dva ima jedinstven raspored pripoja sa prsljena na pršljen duž lumbalnog i lumbo-sakralnog dela. Mišić ima pet odvojelih krakova. Mišići leđa su primarno ekstenzori kičme kada rade bilateralno, ali lumbalni m. longissimus i m. iliokostalis mogu učestvovati u lateralnoj fleksiji kada rade unilateralno. U fleksiji trupa m. multifidus i lumbalni m. longissimus i m. iliokostalis kontrolišu anteriornu rotaciju i translaciju. U povratku u uspravni položaj m. multifidus podstiče posteriornu

sagitalnu rotaciju, uz pomoć m. erektora spine, koji takodje kontroliše posteriornu translaciju. Torakalni deo m. erektora spinae proizvodi najveći deo obrtnog momenta da opruži torakalni deo (m. multifidus doprinosi svega 20% od ukupnog momenta, mereno od nivoa L4 i L5; lumbalni m. erektor spine doprinosi 30%, dok njegov torakalni deo doprinosi čak 50%). Iako je m. multifidus najveći mišić u lumbo-sakralnoj regiji, ima taj mehanički nedostatak da proizvede ekstenziju torakalnog dela.

Sva tri mišića doprinose podršci i kontroli lumbalnog dela. Dodatni doprinos njihovoj stabilizacionoj funkciji daje i distribucija mišićnih vlakana. Nasuprot većini ljudskih mišića, koji imaju i jedan i drugi tip vlakana, neke studije su pokazale da lumbalni m. multifidus i lumbalni i torakalni deo m. erektora spine ima visok stepen vlakana tipa 1 (m. erector spinae u torakalnom delu više od 70%, u lumbalnom 58-69%). Takodje, mišićna vlakna se odlikuju velikim poprečnim presekom, što sve zajedno ide u prilog hipotezi o toničnim mišićima.

Ovi mišići imaju i bogatu kapilarnu mrežu, sa prosečno 4-5 kapilara u svakoj ćeliji. Što se tiče koncentracije oksidativnih enzima, ovi mišići imaju veliki kapacitet izdržljivosti. Na osnovu svega vidimo da m. multifidus ima bolju mogućnost za podršku i kontrolu, a manju mogućnost za proizvodnju obrtnog momenta, dok lumbalni m. longissimus i m. iliokostalis s druge strane ima bolju mogućnost proizvodnje obrtnog momenta.

Još jedna bitna stvar koju pokazuje poprečni presek je da m. multifidus u lumbalnoj regiji povećava svoj obim idući od L2 ka S1. M. multifidus je najveći mišić koji spaja lumbo-sakralni spoj, dok je odmah iza njega m. erektor spinae. Suprotno, poprečni presek lumbalnog m. longissimusa i m. iliokostalisa smanjuje progresiju kaudalno.

Neka istraživanja su pokazala da m. multifidus ima dvojaku ulogu – s jedne strane kontroliše neutralnu zonu u sagitalnoj ravni, sa svojim dubokim vlaknima, dok za održavanje neutralne zone u frontalnoj ravni ima doprinos lumbalnog m. longissimusa i m. iliokostalisa. Medjutim, krutost u ovom segmentu obezbeđena je i drugim faktorima, kao što je torako-lumbalna fascija. Torako-lumbalna fascija ograničava radijalno širenje tri lumbalna mišića čija kontrakcija vrši pritisak na samu fasciju. Ove sile pritiska mogu dovesti do povećane krutosti lumbalne kičme i doprineti njenoj stabilizaciji.

Postoje dokazi da je m. multifidus neprekidno aktivan u uspravnim položajima, u poredjenju sa ležećim položajima. Činjenica je da je m. multifidus verovatno aktivan u svim antigravitacionim

položajima, zajedno sa m. longissimusom i m. iliokostalisom. M. multifidus je aktivan i tokom hodanja. Što se tiče sedenja, studije su pokazale da je multifidus bio neaktivan tokom opuštenog sedenja, kao i kada su subjekti dobili instrukciju da sede uspravno. Suprotno tome, multifidus je bio aktivan u slučaju sedenja bez podrške, što je u skladu sa njegovom funkcijom da radi protiv gravitacije.

Aktivacija m. multifidusa ispitivana je tokom fleksije, ekstenzije iz ležećeg položaja i rotacije trupa. Čini se da mu je uloga ipak stabilizacija. Dok se kičma savija u fleksiju, dolazi do povećanja aktivnosti m. multifidusa. U određenom trenutku tokom fleksije, prestaje aktivnost leđnih mišića i ovo je poznato kao „kritična tačka“. Pokazano je da aktivnost lumbalnog m. erektora spinae prestaje na oko 90% fleksije leđne kičme. Takva kritična tačka nije karakteristična za m. multifidus.

Ekstenzija trupa iz fleksirane pozicije evocira visoke nivoe aktivnosti m. multifidusa. Takođe, značajna je aktivnost m. multifidusa nastaje u pozicijama kada je trup u ekstenziji ili hiperekstenziji iz ležeće pozicije. Ali, većina ostvarenog obrtnog momenta u ekstenziji (80% na nivou L4-L5) je omogućeno zahvaljujući torakalnom delu m. erektora spinae.

M. multifidus je aktivan bilateralno i na istu i na kontra stranu/rotaciju u sedećoj i stojećoj poziciji, tako da tokom rotacija on pre svega deluje kao stabilizator, a ne kao primarni izvodjač pokreta.

Mišić Transversus abdominis. Najdublji mišić trbušnog zida koji se prostire celom dužinom od karlice do grudnog koša. Istovremena aktivnost m. transversus abdominis (TA) i drugih mišića trbuha, obično se javlja u stajanju. Aktivnost TA i drugih trbusnih mišića je odsutna u položajima na leđima i može se povećati podizanjem glave do ugla 45 stepeni i nazad. Elektromiografski snimci disanja pokazuju da se mišići trbuha kontrahuju pri kraju izdaha. Tako da sa svojevolumnim povećanjem ekspiratorne sile, svi abdominalni mišići se kontrahuju. Pozicija TA mu omogućava da bude najefikasniji u povećanju intraabdominalnog pritiska. Niz studija je radjeno na temu da li TA ima učešća u rotaciji trupa i mišljenja su različita. Ali jedno je sigurno, iako možda ne proizvodi rotaciju, može ograničiti rotaciju i vratiti kičmu u neutralnu poziciju iz rotiranog položaja zatezanjem bočne strane koja je pričvršćena za torako-lumbalnu fasciju. TA ima najviše uticaja na stvaranje tenzije u torakolumbalnoj fasciji zbog svog širokog pripoja.

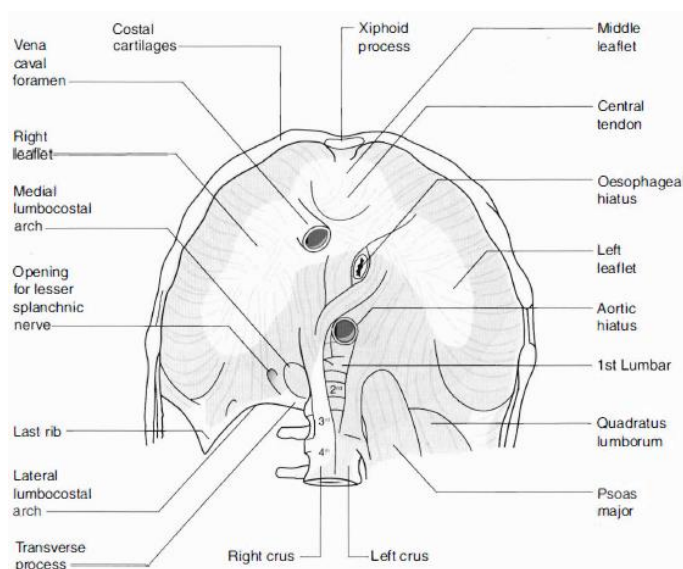
Sve je više dokaza da promena funkcije TA bila prisutna kod ljudi sa bolom u leđima. TA doprinosi stabilizaciji lumbalne kičme, bilo kroz doprinos u stvaranju intraabdominalnog pritiska ili kroz kontrolu rotacije. Međutim, ovi rezultati se odnose na funkciju TA u statičim uslovima, stoga je važno proceniti odgovor TA u dinamičkom kretanju.

Kada je u jednom istraživanju dodat teret koji bi izazvao fleksiju trupa, autori su identifikovali kratko, latentno aktiviranje m. erectora spinae. Međutim, pre nego što je m. erector spinae bio aktiviran, TA je već bio aktivan sa zakašnjenjem od manje od 30ms. Unapred programirana aktivacija TA trebalo bi da je automatska komponenta strategije koju koristi centralni nervni sistem (CNS) za kontrolu stabilnosti kičme. To se može proveriti pomeranjem udova. Tako izvođenjem fleksije ramena, telo teži fleksiji i ipsilateralnoj rotaciji. Pored toga dolazi i do pomeranja težišta tela što izvodi telo iz stabilnog položaja i CNS ima informacije o tome gde će doći do pomeranja, koliko će dugo trajati... Ovaj obrazac, kao posturalni odgovor, počinje pre pokreta sa ciljem da smanji štetne efekte nastale pokretom.

Ispitivanjem je dokazano da je preaktivacija TA moguća pri brzim i spontanim pokretima, ali ne i pri sporim, takodje, ne aktivira se pri svim pokretima tela, što znači da kontrakcija TA zavisi i od jačine reaktivne sile i da je ova mogućnost preaktivacije povezana sa kontrolom i stabilnošću kičme. Kada su u pitanju donji ekstremiteti, period preaktivacije se povećao na 110ms, dok je kod pokretanja ramena to bilo 30ms. Pre početka pokreta događa se mali, ali dosledan, pripremni pokret u trupu, u suprotnom pravcu, kao rezultat na aktivnosti površinskih mišića trupa. Ovo sugerise da CNS reaguje na pomeranja trupa proizvodeći pripremne pokrete kičme. Ova strategija ima potencijalne koristi za apsorpciju sila. Tako TA ima ulogu da učvrsti kičmu i održi stabilnu intersegmentalnu orijentaciju kako bi delovanje površinskih mišića bilo pojednostavljeno. TA funkcioniše nezavisno od ostalih mišića trupa. Ova separacija u kontroli od strane CNS-a daje važne implikacije o načinu na koji može da se trenira TA i koliki je opseg ove nezavisne kontrole. Kada je vreme reakcije za pokret odloženo, i početak aktivacije površinskih mišića je slično odložen. Ovo sugerise da je CNS čekao dok nije znao koji pokret da izvrši pre nego što je inicirao kontrakciju posturalnih mišića. Drugim rečima, TA je aktiviran veoma efikasno kada su ispitanici znali da će se kretati. Odgovor TA će dati osnovni odgovor sa mnogo manje procesuiranih informacija u odnosu na površinske mišiće. Ovo potvrđuje da CNS koristi odvojeni sistem za kontrolu TA. Ono što je bilo potrebno utvrditi je da li jednostavan, rani odgovor TA može biti izmenjen ako je ishod pokreta drugačiji od onoga što se normalno očekuje.

Dijafragma. Dijafragma je tanki mišić u obliku kupole koji odvaja grudni koš od trbuha. Središnju regiju mišića čini velika tetiva, centralna, koja se pričvršćuje na unutrašnjoj strani rebra i na pršljenskim telima (Williams, 1989). Desna kupola je veća i duža od leve i pričvršćena je za prednju stranu tri gornja lumbalna pršljena i njihove diskuse. Leva kupola se pričvršćuje za gornja dva lumbalna pršljena. Naniže, kupole se nastavljaju na anterior longitudinal ligament, u donjoj lumbalnoj regiji. Nagore, kupole se susreću na sredini formirajući luk preko aorte. Tri velike strukture prolaze kroz dijafragmu: aorta prolazi između kupola i pršljenskih tela, jednjak prolazi kroz eliptični otvor, u muskularnom delu, ispred aorte, dok vena kava prolazi kroz centralnu tetivu.

Glavna funkcija dijafragme je udah. Tokom inspiracije, kontrahuje se mišićni deo dijafragme i povlači centralnu tetivu dole i napred, povećavajući ventrikulnu dimenziju toraksa. Tokom spuštanja dijafragme dolazi do kaudalnog kretanja abdominalnog sadržaja, zahvaljujući elastičnosti abdominalnih mišića. Ako je spuštanje abdominalnog sadržaja, a prvenstveno kupole, ograničeno aktivnošću abdominalnih mišića, kontrakcija kostalnih vlakana dijafragme, koji su uglavnom vertikalne orijentacije, podižu gore donja rebra. Ovo utiče na povećanje poprečnih dimenzija grudnog koša. Dakle, odnos između vertikalnih i transverzalnih promena u toraksu regulišu abdominalni mišići. Tokom izdaha, dijafragma se relaksira. Kada je u pitanju kontrola kičme, najveći doprinos dijafragme je u regulaciji intraabdominalnog pritiska.

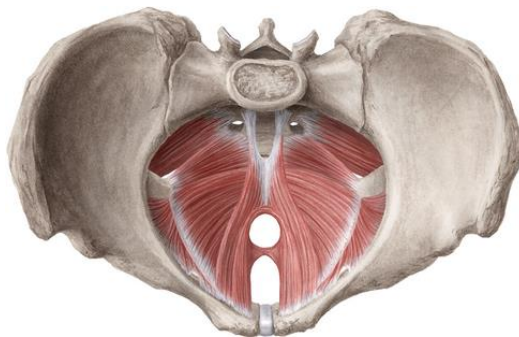


Slika 4: Pripoji i orijentacija vlakana dijafragme (Williams, 1989).

Naučnici su godinama istraživali uticaj dijafragme na kontrolu posture. U jednom istraživanju od ispitanika je traženo da izvrše fleksiju ramena. Nadjeno je da su se obe strane dijafragme kontrahovale 30ms pre m.deltoideusa, u praktično isto vreme kao i TA. Ovo se dogodilo i tokom udaha i tokom izdaha. Postavlja se pitanje kako dijafragma reaguje kada treba da kombinuje i održi obrazac disanja i stabilnost trupa istovremeno.

Mišići karličnog dna. Formiraju pod abdominalne kapsule i imaju integralnu ulogu u mehanizmu nastanka intraabdominalnog pritiska. Kada su subjekti u jednom istraživanju izvodili kontrakcije mišića karličnog dna, aktivnost TA je bila povećana značajno.

Svi mišići karličnog dna daju potporu organima male karlice i to može biti kompromitovano prilikom forsiranog izdaha i prilikom promena intraabdominalnog pritiska. Putem ovog poslednjeg mehanizma mišići karličnog dna najviše doprinose stabilnosti kičme, mada ovi mišići mogu uticati na sakro-ilijačni zglobov preko pripoja na kosti coccyx. Doprinos ovih mišića može biti izmenjen zbog promena stepena nagnutosti karlice i kičmenih krivina.

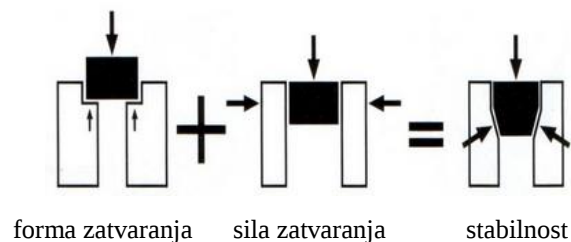


Slika 5: Mišići karličnog dna.

Kontrakcija ovih mišića će uticati na kontranutaciju sakruma, što postavlja sakro-ilijačni zglobov izvan stabilne pozicije (Snijders, 1995). Stoga, dok mišići karličnog dna mogu podržati strukture karlice, mogu je isto i destabilizovati. Zato aktivnosti treba usmeriti na sve mišićne sisteme.

Mišić Obliques internus abdominis. Sačinjava srednji sloj lateralnog dela abdomena. Kao i TA, i ovaj mišić doprinosi intraabdominalnom pritisku i zbog orijentacije svojih vlakana učestvuje u fleksiji trupa bilateralno i doprinosi fiksaciji karlice tokom pokreta nogu. Zbog kose orijentacije vlakana, proizvodi ipsilateralnu rotaciju zajedno sa kontralateralnim m. oblikus externusom. Donja vlakna m. obliques internusa mogu kompresovati sakro-ilijačni zglobove i doprinosi „force closure“ (sila zatvaranja) mehanizmu (sposobnost da se odupre bilo kom iščašenju), (Snijders, 1995).

Tokom hodanja, sakro-ilijačnom zglobovima treba optimalna mobilnost, kao i stabilnost. Oblik sakruma i ilijačnih kostiju, kao i nepravilnosti zglobovskih površina daju tzv. formu zatvaranja – „form closure“. Svi mišići, ligamenti i torako-lumbalna fascija doprinose sili zatvaranja - kompresiji („force closure“). Ova kombinacija – sile zatvaranja i forme zatvaranja, kao i neuromišićne kontrole, daje stabilnost sakro-ilijačnom zglobovima. Takođe, ove dve forme treba da budu u balansu. Ako osobi nedostaje forma zatvaranja, npr. zbog genetike ili anatomije, njoj će trebati više stabilnosti koju pružaju mišići i ligamenti, tj. više sile zatvaranja.



Slika 6: Mehanizmi stabilnosti sakro-ilijačnog zgloba

Mišić Quadratus lumborum. U kontaktu je sa torako-lumbalnom fascijom, medijalni deo se pruža od os. lijuma do poprečnih kičmenih nastavaka lumbalnih pršljenova, a drugi deo vlakana putuje od poprečnih nastavaka do dvanaestog rebra. Bočna, lateralna strana mišića pripada globalnom sistemu i počinje na lateralnoj strani ilijuma i ide do dvanaestog rebra, bez pripoja na drugim rebrima.



Slika 7: M. quadratus lumborum.

Lateralna vlakna proizvode lateralna kretanja. Medijalni deo, iako je malo verovatno da će napraviti značajan doprinos lateralnoj fleksiji, sposoban je da obezbedi stabilnost. Zbog svoje pozicije, nije bilo moguće izmeriti njegovu aktivnost neinvazivnom metodom, ali putem obavljanja različitih zadataka jeste, i pruženi su dokazi da ovaj mišić ima značajnu ulogu u stabilnosti kičme (McGill).

Aktivnost mišića se povećava sa povećanjem kompresivnih sila i za razliku od m. erektora spinae, ovaj mišić ima napajanje u punoj fleksiji. Iako ima i stabilizacionu ulogu, ipak ga treba svrstati u globalne stabilizatore trupa, čija je uloga da kontroliše spoljašnje opterećenje na kičmu. Interesantno je da, kod osoba sa bolom u leđima, je ovaj mišić često preaktivan, krut i bolan. Zato je tretman usmeren na smanjenje njegove aktivnosti, umesto da se vežbama povećava.

4. Neuralna integracija

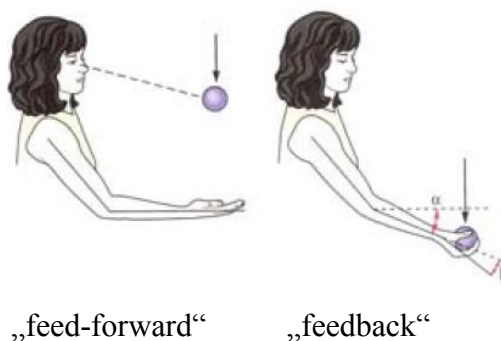
Aktivni podsystem, koga čine mišići, pruža mehaničku sposobnost stabilizacije kičmenih segmenata. Kontrola ovih mišića, tj. zahtev da podrže kičmeni stub, označena je kao neuronski upravljački podsystem. Ovaj sistem prepoznaje da mišići treba da budu programirani, kako bi se prilagodili bilo kom stanju, u bilo kom trenutku i na odgovarajući nivo, i to sve na podsticaje dobijene iz spoljašnje sredine.

Nervni sistem određuje intenzitet aktivacije mišića kora kao i dinamički prenos obrtnog momenta i ugaone brzine između segmenata tela, omogućujući tako efikasne obrasce pokreta. Apsolutna proizvodnja mišićnog momenta nije korisna bez neurološkog podešavanja upravljanja obrtnim momentom, što omogućava optimalno skladištenje i oporavak mišićne elastičnosti. Mišići poseduju elastično svojstvo koje omogućava skladištenje i oporavak energije. Kontraktilna sila mišića se povećava tokom elastičnog rastezanja. Međutim, sposobnost da se ovaj elasticitet iskoristi zavisi od efikasnosti pokreta – drugim rečima, za uspešnost u sportskim performansama tehnika je važnija od apsolutne snage. Iz tog razloga treniranje izolovanih mišića nema neophodan transfer na sportske performanse. Trebalo bi da trening sa opterećenjem uključuje više mišićnih grupa i statički i dinamički. Ovakvim pristupom postoji veća verovatnoća uspešnog transfera između uvežbanih kretanja i sportskih veština.

Centralni nervni sistem (mozak i kičmena moždina) konstantno primaju senzorne povratne informacije putem proprioceptora (smeštenim u tetivama mišića – mišićna vretena, Goldzijev tetivni organ, nervni završeci) u pogledu dužine mišića, napetosti mišića, pozicije zglobova i stope rotacije (Holm, Indahl i Solomonow 2002). Ključna stvar je da CNS mora istovremeno ispunjavati zahteve za stabilnošću kičme i potrebe za disanjem. Ritam disanja može ugroziti stabilnost kičme u trenucima prolaznog opuštanja mišića kora. Ovo je razlog zašto tokom maksimalnih podizanja disanje može prolazno da prestane zajedno sa Valsalva manevrom. Ovo može biti veoma korisno za zdrave ljude, koji nemaju kardiovaskularnih problema, tako što će se povećati intraabdominalni pritisak i na taj način očuvati stabilnost kičme.

Disanje tokom napora retko održava svoj uredno koordiniran obrazac po kome se udiše tokom faze spuštanja, a izdiše tokom faze podizanja. Stoga, pravilni uputi bi bili ti da se tokom svih faza disanja treba usredsrediti na održavanje konstantne tenzije mišića kora (abdominalni brejsing). Kako se pravi progresija od jednostavnijih ka složenijim obrascima kretanja, tako se i nervni sistem efikasnije prilagođava u ispunjavanju zahteva za disanjem i stabilnošću mišića kora. Specifična kombinacija i intenzitet aktivacije mišića kora tokom izvršenja bilo kog zadatka zavise od dva ključna mehanizma – „feed-forward“ i „feedback“.

„Feed-forward“ mehanizmi zasnivaju se na aktivaciji kor muskulature zasnovane na mišićnoj memoriji iz prethodnih performansi (Nouillot, Bouisset i Do, 1992). „Feedback“ mehanizam dobija ulogu kako se sportske veštine ponavljaju i usavršavaju.

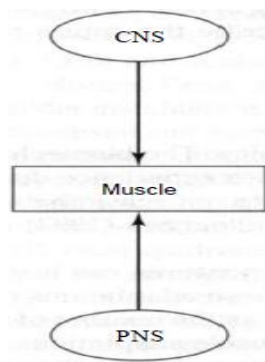


Slika 8: Dva ključna mehanizma aktivacije mišića. Slika levo: preuranjeni odgovor, pre udara loptice, sastoji se od koaktivacije mišića bicepsa i tricepsa. Slika desno: posle udara dolazi do prolazne aktivacije refleksa na istezanje i nastavka koaktivacije istih mišića.

Nervni sistem skladišti senzorne povratne informacije u pogledu odgovarajuće kombinacije i intenziteta aktivacije mišića kora koji su neophodni za kreiranje odgovarajuće centralne stabilnosti. Medjupršljenski diskovi, ligamenti i kapsule fasetnih zglobova bogati su proprioceptorima koji prenose senzorne povratne informacije do CNS-a o poziciji i kretanju kičmenih pršljenova. Ovaj senzorni fidek je presudan za stimulaciju specifičnih neuralnih obrazaca mišića kora koji tako „uče“ ispunjavanje zadataka. Tokom izvršenja bilo kog zadatka, ova skupina mišića mora biti dovoljno i pravovremeno stimulisana da kreira stabilnu kičmu, ali da ne ograničava kretanje. Tako nervni sistem reguliše aktivaciju mišića jezgra kako bi se omogućila dovoljna krutost bez ugrožavanja mogućnosti kretanja (McGill 2006).

Sa neurološkog pristupa, mišići imaju predispoziciju da dodju u dizbalans zbog svoje motorne funkcije. CNS može izmeniti strategiju regrutovanja mišića radi stabilizacije zglobova u disfunkciji. Ova promena u regrutaciji menja mišićnu ravnotežu, obrasce kretanja i na kraju motorni program (Janda, 1978). Mišićni dizbalans je jedna oštećena veza između mišića sklonih krutosti i kratkoći i mišića sklonih inhibiciji. Najveću sklonost zategnutosti imaju posturalni mišići. U raznim kretanjima oni su aktivirani više nego mišići koji su po funkciji fazični, koji imaju tendenciju slabljenja.

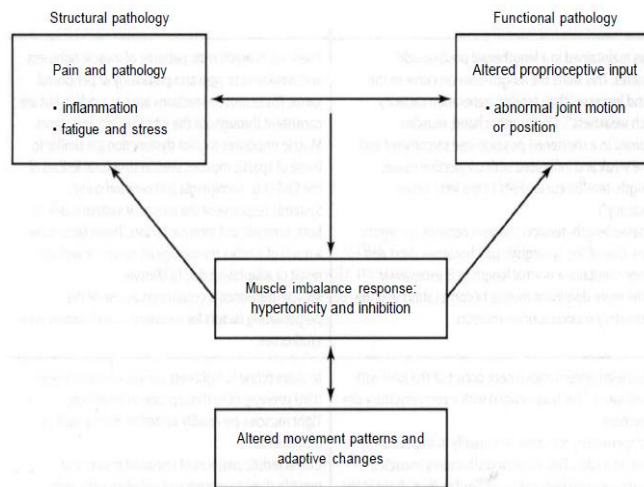
Mišići su vrlo ranjive i labilne strukture i, kao najviše izloženi deo neuromišićnog sistema, pružaju odličan uvid u funkciju senzomotornog sistema (Janda, 1978). Tako su mišići na nekoj vrsti funkcionalne raskrsnice – moraju reagovati na podražaje iz CNS-a, kao i na promene u perifernim zglobovima.



Slika 9: Mišići u poziciji između CNS-a i perifernog nervnog sistema (Janda, 2010).

Prepoznavanje interakcije između zglobnih struktura, funkcija mišića i uticaja CNS-a omogućava da ove strukture posmatramo kao funkcionalnu celinu, gde se promene u jednom sistemu odražavaju adaptivnim promenama bilo gde u telu. Mnoga hronična bolna stanja su rezultat neispravnog motornog učenja koje sprečava motorni sistem da pravilno reaguje ili se prilagodi na različite promene unutar tela. Hronični bol i mišićni dizbalans je funkcionalna patologija posredovana od strane CNS-a. Osobe sa bolom u leđima pokazuju iste obrasce mišićne krutosti i slabosti kao i osobe sa lezijama gornjeg motoneurona. Mišićna neravnoteža često počinje nakon povrede ili neke patologije, ali isto tako se može razviti usled promene u proprioceptivnim informacijama, koje su rezultat abnormalnog zglobnog položaja ili kretanja.

Ova dva stanja vode mišiće u veće zatezanje (hipertoničnost) ili slabost (inhibiciju) stvarajući lokalizovanu mišićnu neravnotežu. Ovaj dizbalans je karakterističan odgovor motornog sistema da održi homeostazu. Vremenom, ovaj dizbalans postaje centralizovan u CNS-u kao novi motorički obrazac, nastavljajući tako ciklus bola i disfunkcije. Mišićni dizbalans je izraz oslabljene regulacije neuromišićnog sistema koji se manifestuje kao sistemski odgovor koji često uključuje celo telo.

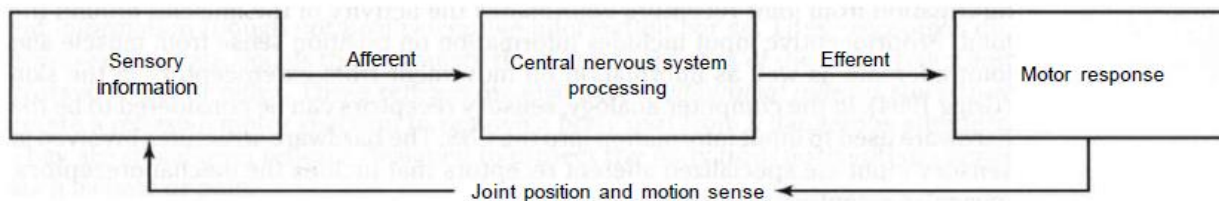


Slika 10: Neurološka paradigma nastanka mišićnih dizbalansa (Janda, 2010).

Ova paradigma dodatno je potkrepljena otkrićima o minimalnim disfunkcijama mozga kod pacijenata sa hroničnim bolom u donjem delu leđa (Janda, 1978). Zaključeno je da prisustvo simptoma minimalne disfunkcije mozga u 80% slučajeva kod ljudi sa bolom u leđima, potvrđuje teoriju o organskim lezijama CNS-a (Janda 1978).

5. Senzomotorni sistem

Senzomotorni sistem je sistem dobijanja informacija iz periferije ka centru. Globalan je i reguliše funkcije u celom telu koje su povezane. Senzorne informacije su povezane preko CNS-a i perifernog nervnog sistema. To stvara petlju u kome se aferentne informacije iz okruženja procesuiraju u CNS-u, a zatim se šalju eferentnim sistemom nazad do motornog sistema, a zatim se odvija motorička aktivnost. Zbog ove međusobne povezanosti, bilo kakve promene senzomotornog sistema odražavaju se na druge elemente sistema.



Slika 11: Senzomotorni sistem (Janda, 2010).

Motorna kontrola može se opisati i poredjenjem sa hardverom i softverom – informacije iz različitih izvora (tastatura, miš – hardver) se unose u centralnu procesnu jedinicu računara koja zatim obrađuje te informacije sa različitim vrstama softvera i, konačno, informacije se emituju putem ekrana ili štampača.

Senzorni unos u CNS naziva se aferentnim informacijama. Jedna od definicija propiocepcije bi bila: osećaj za položaj, držanje i pokret. Aferentne informacije poslate iz senzornih receptora igraju nekoliko uloga u stvaranju motoričkog odgovora:

1. Direktno aktiviranje refleksnog odgovora;
2. Odredjivanje parametra programiranog, dobrovoljnog odgovora;
3. Integraciju „feedback“ i „feed-forward“ mehanizama za automatski motorni odgovor;

U računarskoj analogiji senzorni receptori se mogu smatrati najznačajnijim hardverom koji se koristi za unošenje informacija u CNS. Hardverske strukture uključene u senzorni unos su specijalizovani aferentni receptori koji uključuju mehanoreceptore (receptori u zglobnim čahurama), mišićni receptori (Goldzijev tetivni organ i mišićna vretena, intrafuzalna i ektrafuzalna).

Softver koji je uključen u motornu kontrolu dobija informacije sa nekoliko nivoa. Opet, prema kompjuterskoj analogiji, pozadinski operativni sistem je zbir osnovnih obrazaca kretanja sa kojima su ljudi rođeni. Programi koji se pokreću u operativnom sistemu jesu funkcionalni pokreti i veštine potrebni za svakodnevni život.

Senzomotorni sistem se kontroliše na tri nivoa: kičmenom, subkortikalnom i kortikalnom nivou. Kontrola na nivou kičme uključuje izolovane reflekse koji su pod uticajem aferentnih informacija iz receptora u zglobovima. To su brzi, nevoljni i nesvesni refleksi koji koordiniraju između agonista i antagonista. Ova koordinacija je identifikovana kao zakon recipročne inhibicije – kada se agonista kontrahuje, antagonista se automatski opušta.

Suprotno od mišićnog vretena, na nivou kičme, je Goldzijev tetivni organ. Kada GTO receptori postanu istegnuti, njihovi aferentni signali inhibiraju motoneuron agoniste dok olakšava motoneuron antagoniste. Stoga, ovaj refleks je poznat kao autogeni inhibitorni refleks. U ovoj situaciji, preopterećeni mišići se opuštaju kako bi se izbegla povreda.

Sledeći nivo je subkortikalni nivo. Ovaj nivo, koji uključuje moždano stablo, talamus, hipotalamus, vestibularni sistem i cerebelum., odgovoran je za ravnotežu, automatsko uspravljanje i uravnotežene reakcije. Subkortikalna regija uključuje više nivoa aktivacije, a ne izolovane reflekse, mada su ovi njegovi odgovori podsvesni i automatski. Najviši stepen neuromišićne kontrole je kortikalni nivo. Korteks omogućava da iniciramo i kontrolišemo složene, dobrovoljne pokrete. Svesna motorna kontrola na kortikalnom nivou je najsporija, ali najpromenljivija. To pruža mogućnost poboljšanja svesne motorne kontrole treningom.

Hardver za izlaz motorne kontrole obuhvata alfa i gama motoneurone koji inervišu mišićna vlakna. Alfa motoneuroni prenose dobrovoljne motorne komande, dok gama motoneuroni regulišu nesvesnu dužinu, i oni su pod kontrolom aferentnog intrafuzalnog mišićnog vretena i nisu odgovorni za ektrafuzalnu mišićnu kontrakciju. Motorne jedinice sa većim brojem vlakana su odgovorni za velike pokrete i smešteni su u proksimalnim posturalnim mišićima. Male motorne jedinice su sa malim brojem vlakana i služe za fine pokrete. Proprioceptivne povratne informacije su od suštinskog značaja za pravilno regrutovanje određenih vrsta vlakana.

6. Motorna kontrola i stabilnost zglobova

Mišići koji prelaze preko samo jednog zgloba usko su povezani sa stabilizacijom zglobova i najčešće je njihova funkcija antigravitaciona. S druge strane, višezglobni mišići su dizajnirani za pokrete i imaju veću tendenciju da budu preaktivirani i skraćeni. Treba imati u vidu da višezglobni, preaktivni mišići ne zamene rad sa onim mišićima koji su idealni za pružanje stabilnosti zgloba. Primer mišića koji su svojim oblikom i pozicijom idealni za stabilizaciju – mišići rotatorne manžetne, m. multifidus, m. transversus abdominis, m. vastus medialis (kontrolise poziciju patele)...

Nervni sistem modulira aktivnošću ovih mišića kako bi se kontrolisao položaj zglobova, bez obzira na pravac kretanja.... U tom smislu, ovi mišići pružaju zajedničku podršku, dok mišići koji stvaraju obrtni momenat kontrolišu ubrzanje i kočione pokrete u zglobu. Kontrola regrutovanja mišićnih vlakana za stabilnost zglobova ne zavisi samo od programiranih obrazaca iz korteksa, već i od stanja kinestetskog sistema spolja. Taj povratni sistem informacija je složen i povezan sa receptorima u mišićima, koji kontinuirano pružaju informacije do CNS-a. Generisanje krutosti u mišićima povezano je sa aktivacijom toničnih motornih jedinica.

Moguće je da su senzorna svojstva unutar zglobnih struktura modifikovana kontrakcijom lokalnih stabilizacionih mišića, koji pored pružanja stabilnosti zglobu takodje mogu doprineti dobijanju povratnih informacija sa samim zglobnim strukturama, kao što su zglobne kapsule i ligamenti. Kontrakcija ovih mišića može biti udružena sa krutošću ovih pasivnih struktura i na taj način indirektno uticati na njihovu sposobnost na prepoznavanje pokret. Mišićna kontrakcija sa ovako skraćenim opsegom dužine je najkritičnija za uspostavljanje osetljivosti i optimalni funkcionalni kapacitet senzorne povratne informacije. Skraćeni mišić zahteva povećanu senzitivnost svojih mišićnih vretena, da održi skraćenu dužinu.

Mišići na suprotnim stranama zgloba trebalo bi da budu aktivna podrška stabilizaciji zglobova. Mišićna ko-kontrakcija pruža biomehaničku silu koja doprinosi stabilnosti i zaštiti zgloba, naročito u neutralnoj poziciji. Međutim, jednu stvar treba istaći kada je ova pojava u pitanju, a to je da svi mišići sinergisti ne moraju raditi zajedno kao jedan funkcionalni entitet. Veliki, globalni mišići mogu pokazivati fazični obrazac tokom pokreta, dok dublji, mišić koji je bliži zglobu može biti uključen u ovaj obrazac. Tako , na primer, TA i duboka vlakna m. multifidusa rade u ko-kontrakciji dok globalni mišići rade fazično u kontroli trupa.

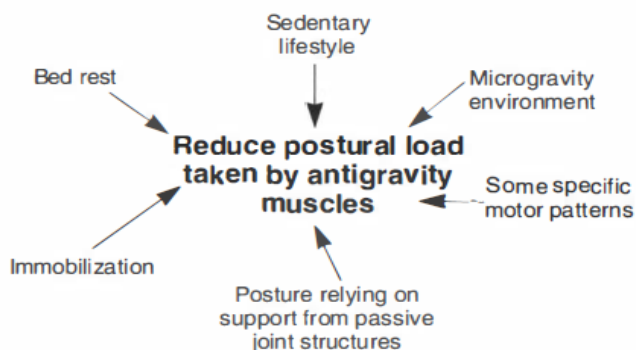
Ko-kontrakcija uopšte, oslanja se na određeni program koji smanjuje recipročnu inhibiciju i dozvoljava da dva antagonistička mišića povećaju svoju uktivnost u isto vreme. Vežbe u ko-kontrakciji su pre svega fokusirane na poziciju zglobova, a ne na samo kontrolisanje sile u datom zglobu. Potvrđeno je da su vežbe u zatvorenom kinetičkom lancu prijemčivije kada je ko-kontrakcija u pitanju jer smanjuje sile smicanja na zglob. Takodje, trebalo bi da budu usmerene na lokalni mišićni sistem.

Mišićna kontrola svakako može biti narušena bolom ili nekom patologijom zgloba. Bol i refleksna inhibicija izazvana povredom, koji može da promeni inpute iz povredjenih ligamenata i

kapsula, mogu uticati na sposobnost mišića da podrži i zaštiti zglob. Inhibicija utiče na regrutovanje toničnih motornih jedinica (spora mišićna vlakna) tako što one postaju više fazične (brzog trzaja), kompromitujući tako njihovu potpornu funkciju. Ove faktore treba imati u vidu prilikom dizajniranja rehabilitacionog programa vežbanja.

Bol u mišićno-koštanom sistemu povezan je sa zaštitnim spazmom mišića. Bol često rezultira smanjenim nivoom aktivnosti u mišićima agonistima, sa blagim povećanjem nivoa aktivnosti antagonista. Refleksna inhibicija izazvana je enormnim informacijama iz oštećenog zgloba, što rezultira smanjenom motornom aktivnošću u mišićima koji prolaze preko zgloba. Refleksna inhibicija direktno izaziva slabost, a može da doprinese i atrofiji mišića. Takav zglob je dalje predisponiran za dalja oštećenja.

Gubitak stabilizacije nije povezan samo sa bolom i refleksnom inhibicijom. Gubitak mišićne kontrole povezan je sa smanjenim impulsima iz CNS-a u mišiću kao rezultat smanjenja njihove antigravitacione uloge. Postoji nekoliko razloga zašto su antigravitacioni, jednozglobni mišići podvrgnuti smanjenjem inputa iz CNS-a usled smanjene upotrebe. Postoje mnoge studije koje dokazuju da sa smanjenom upotrebom, mišićna vlakna sporog trzaja, kod antigravitacionih jednozglobnih mišića, gube svoje karakteristike i postepeno se menjaju u fazna, vlakna brzog trzaja.



Slika 12: Razlozi smanjenja neuralnih inputa u antigravitacionim mišićima (Richardson, Jull, Hodges, 1998).

Istraživači su pronašli povećan udeo vlakana sporog trzaja na konveksnoj strani kičme, koja nosi posturalno opterećenje, i smanjeni udeo ovih vlakana na konkavnoj (udubljenoj) strani, kod skoliotične kičme. Ovo ukazuje na to da se mišići vremenom mogu menjati kao odgovor na smanjeno posturalno opterećenje.

Proporcionalno opterećenje udela vlakana sporog trzaja verovatno će smanjiti tonične kvalitete njegove funkcije, tj. one koja dozvoljava mišiću da radi kontinuirano na niskim nivoima njegove maksimalne voljne kontrakcije, a ne da utiču na njegove fazne funkcije koje su uključene u visoko-intenzivnim aktivnostima.

7. Disfunkcija mišića Transversus abdominis

Testiranjem je dokazano da je funkcija TA bila loša kod ljudi sa bolom u leđima. Najočitiji deficit kod ovih ispitanika bilo je značajno odlaganje početka kontrakcije TA, između 50-450 ms. Tako je kontrakcija TA bila izostavljena u periodu pre pomeranja udova. Promena u tajmingu nije bila identifikovana samo na TA, već i na m. obliques internus i m. externus i m. rectus abdominis...

Posmatranjem obrasca aktivnosti koji se vide na EMG snimcima mišića trupa došlo se do zanimljivog nalaza. Suprotno toničnom posturalnom odgovoru TA tokom kontrole trupa, čini se da ovaj mišić reaguje u drugačijem fazičnom maniru kod ljudi sa bolom u leđima. Kada su ispitanici sa bolom u leđima izvodili fleksiju ramena, TA je odreagovao jednim kratkotrajnim naletom aktivacije, zajedno sa fleksijom trbušnih mišića. Ova promena obrasca napajanja pokazatelj je promene strategije kontrole od strane CNS-a. Kod bola u leđima naglašen je gubitak tonične ili izometrijske funkcije TA.

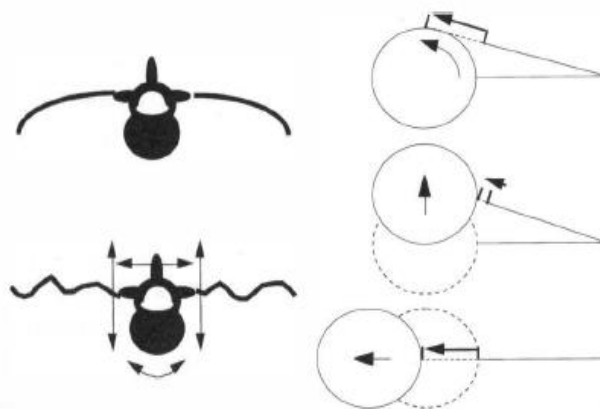
CNS, kod ispitanika sa bolom u donjem delu leđa, čeka dok ne sazna koji će se pokret izvoditi, pre nego što inicira aktivaciju TA. Tako je centralni mehanizam TA promenjen, a nezavisna kontrola TA izgubljena.

Kada je u pitanju prag aktivacije, TA reaguje kada reaktivne sile koje nastaju zbog kretanja udova dostižu određeni prag. Kod ljudi sa bolom u leđima, utvrđeno je da se odgovor pojavljuje samo kada se kretanje izvodilo velikom brzinom. Drugim rečima, nivo pražnjenja za aktivaciju TA od strane CNS-a je povećan. Slično povećanje se uočava i kod m. obliques internus/eksternus abdominis i m. rectus abdominis. Koji su tačni razlozi za ovakve promene u motornoj kontroli TA nisu u potpunosti poznate. Jedan od razloga koji se navodi su poremećaji CNS-a, poput lezija u

frontalnom režnju i Parkinsonova bolest. Može biti i gubitak dvofazičnog obrasca kontrakcije površinskog m. multifidusa. Neke studije su prijavile asimetriju ili enormne aktivnosti paraspinalne muskulature koja može biti u vezi sa neispravnom motornom kontrolom. Opet, bilo je studija koje su pronašle vezu između deficita u vestibularnom sistemu i funkcije mišića trupa.

Još jedan od mogućih faktora koji mogu izazvati promene u tajmingu je refleksna inhibicija. Inhibicija refleksa proizvodi smanjen nivo motoneurona koji mogu odložiti aktivaciju kao rezultat povećanog vremena da motoneuroni dostignu odgovarajući prag. Sa refleksnom inhibicijom mogu biti povezane i neke traume koštano-zglobnog sistema, kao što su zglobni izlivi, bol, istegnuća ligamenata i kompresija kapsule. Takve okolnosti mogu uticati na vreme aktiviranja mišića trupa, snižavanjem razdražljivosti motoneurona. Isto tako i umor i posturalni poremećaji.

Još jedna disfunkcija koja rezultira promenama u početku aktivacije je smanjena brzina provodljivosti motoneurona. Kao što je već spomenuto, teoretski, neuspešna aktivacija TA ostavila bi kičmu nezaštićenom. Postavlja se pitanje koja struktura bi mogla preuzeti funkciju TA. Na osnovu mišićne arhitekture i mesta pripoja, vidi se da nijedan mišić osim lumbalnog m. multifidusa ne može efektivno preuzeti neke od funkcija TA.



Slika 13: Kontrola intersegmentarnog pokreta preko bočne napetosti u torako-lumbalnoj fasciji; kretanja pršljenova su povezana sa promenama u dužini fascije. Što se napon u fasciji povećava, rotacija i translacija se ograničavaju (Richardson, Jull, Hodges, 1998).

Kombinacija aktivnosti TA i intraabdominalnog pritiska pretvaraju abdomen i kičmu u jedan rigidan cilindar. Razvoj intraabdominalnog pritiska omogućava da se trbušni mišići stežu bez urušavanja unutrašnjosti. TA može doprineti kontroli kretanja stvarajući tenziju preko torako-lumbalne fascije, tako što limitira translaciju i rotaciju pršljenova. Kada se pokret u zglobu dogodi,

kompleks torako-lumbalna fascija i TA moraju povećati dužinu da dozvole pokret. Kada je torako-lumbalna fascija labava, izvestan stepen kretanja je dozvoljen u svim pravcima. Kada je tenzija u torako-lumbalnoj fasciji povećana, translacija i rotacija su ograničene. Kada se tenzija poveća na maksimum, kretanje će biti smanjeno na nulu. Tako ovaj mehanizam može ograničiti kretanje u svim pravcima. Sve ovo doprinosi održavanju neutralne zone. Ako se tenzija razvija samo na jednoj strani, doći će do pomeranja, ako se tenzija razvija podjednako na obema stranama, kretanje će biti obuzdano.

Može se zaključiti da napetost torako-lumbalne fascije može povećati krutost kičme, pre nego što će proizvesti kretanje. Pošto je TA i respiratorni mišić, bilo je potrebno istražiti kako on uspeva da održi dve funkcije istovremeno – kontrolu izdaha i stabilnost kičme. TA doprinosi respiraciji samo u uslovima forsiranog izdaha. Što se tiče stabilnosti, TA može doprineti podjednako u obema fazama respiracije, ali u fazi izdaha se ranije aktivira. To se može objasniti povećanom razdražljivošću njegovih motoneurona u ovoj respiratornoj fazi.

Tokom udaha dijafragma se spušta i abdomen je pod pritiskom. U suprotnom, tokom izdaha dijafragma je relaksirana i pritisak u trbušnoj duplji je nizak. Tako je tokom udaha kontrakcija TA manje potrebna, dok je tokom izdaha potrebna više. Što znači da aktivacija TA zavisi od prethodno postojećeg pritiska u trbušnoj duplji.

8. Disfunkcija Multifidusa

Postoje dokazi da je umor paraspinalnih mišića češći kod ljudi sa bolom u leđima. Pokazalo se da ovi ljudi imaju znatno manju izdržljivost ovih mišića i stopa umora m. multifidus bila je znatno veća u odnosu na kontrolnu grupu.

Dva glavna parametra koja su razmatrana u vezi sa promenom strukture m. multifidusa odnose se na promenu veličine mišićnih vlakana i na promenu unutrašnje strukture. Pokazana je selektivna atrofija tipa II mišićnih vlakana, ali nije najjasnije povezano sa bolom u leđima. Promene

u unutrašnjoj strukturi vlakana tipa I m. multifidusa, pojavljuju se kod ljudi sa bolom u leđima iako veličina vlakana ostaje nepromenjena, i promene nastaju brzo što je pokazala biopsija na ispitanicima sa simptomima od samo tri nedelje.

Pacijentima sa bolom u leđima uočena je asimetrija u poprečnim presecima multifidusa. Manji mišić je pronađen na simptomatičom segmentu, na istoj strani gde je simptom. Razlika između bočnih strana iznosila je $31 \pm 8\%$. Kod ispitanika koji nemaju bol ova razlika je bila 3-7%.

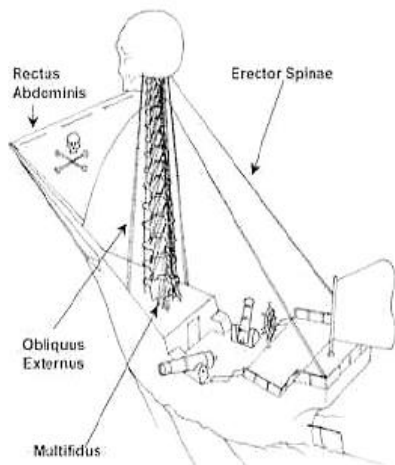
9. Abdominalni „hollowing“ i abdominalni „bracing“

Medju različitim tehnikama za stabilizaciju trupa, prevashodno se isticao „hollowing“ (holoving) koji se često primenjivao u rehabilitacione svrhe. Tehnika je nastala 1999. godine od grupe australijskih istraživača. Ova tehnika naglašava aktivaciju m. transversus abdominis da se kontrahuje i povuče trbušni zid posteriorno (unutra), tj. prema kičmenim pršljenovima.

Druga stabilizaciona tehnika je abdominalni „bracing“ (brejsing) koji podrazumeva svesni fokus na zadržavanju tenzije svih abdominalnih mišića.

Koncept abdominalnog brejsinga prvi je uveo dr Stuart Mc Gill, iz Kanade, vodeći biomehaničar u oblasti mehanike leđa. Studije su pokazale da je prethodna tehnika rezultirala 32% manjom stabilnošću nego abdominalni brejsing. Razlog tome je smanjenje dužine kraka momenta sile kod m. internal/external obliques i m. rectus abdominis kada vuku trbušni zid ka kičmenom stubu. Mišićni moment je jednak proizvodu mišićne sile i dužine kraka sile, i smanjenje kraka sile smanjuje potencijal za stabilizaciju, što posledično smanjuje količinu mišićnog momenta koji se može proizvesti.

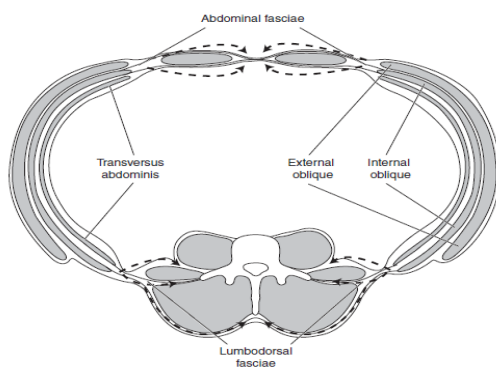
Pri abdominalnom brejsingu istovremeno se aktiviraju svi slojevi mišića kora. Čitav trbušni zid se aktivira iz svih uglova, što za posledicu ima da se tri sloja mišića fizički vežu zajedno. Ovo vezivanje povećava krutost i stabilnost kora u značajnijem stepenu u odnosu na ono što bi se proizvelo sumom pojedinačnih delova. Primer za ovo je sistem stabilizacije brodskog jarbola.



Slika 14: Sistem stabilizacije brodskog jarbola. Spoljašnja jedinica kora će biti efikasnija u stabilizaciji ukoliko ima širu i čvrstu bazu.

Abdominalni brejsing takodje kreira intraabdominalni pritisak, koji dalje doprinosi centralnoj stabilizaciji povećavajući kompresivne sile između susjednih pršljenova. Abdominalna šupljina okružena je mišićima kora, tako da formiraju abdominalni obruč koji čini zidove, dijafragma čini plafon, dok mišići karličnog dna formiraju pod. Ovaj trbušni obruč nastaje fascijalnim vezama između m. rektus abdominis, sa prednje strane, zatim tu su tri mišića lateralno, m. external/internal oblique i m. transversus abdominis, i sa zadnje strane torako-lumbalna fascija.

Torako-lumbalna fascija je analogna prirodnom pojasi za leđa, koji funkcioniše na sličan način kao pojasi za dizanje tegova pružajući stabilizacionu podršku i doprinosi prenosu obrtnog momenta i ugaone brzine tokom sportskih performansi (McGill 2007).



Slika 15: Mišićni slojevi i fascije koji čine prirodan obruč abdomena (Willardson, 2010).

10. Duboki mišićni sistem i stabilizacija

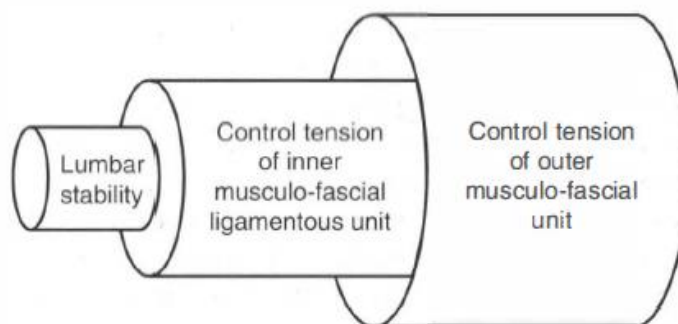
Specifičan trening pozitivno može uticati na oporavak od akutnog bola u leđima i smanjiti nivo bola i povećati funkcionalne sposobnosti kod pacijenata sa hroničnim bolom. Ključni mišići koji deluju u ko-kontrakciji su TA i m. multifidus koji daju podršku povećavajući tenziju u torakolumbalnoj fasciji ili povećanjem intraabdominalnog pritiska. Izometrijskom kontrakcijom, ova dva mišića prate jedan drugog i njihov kombinovani efekat je potreban u rehabilitaciji.

Kontrakcija mišića je niskog nivoa, tonična, kontinuirana i manja od 30 do 40% od maksimalne voljne kontrakcije. Izometrijska priroda vežbe zadovoljava funkcionalne karakteristike ovih mišića gde se postepenim razvojem tenzije mišić dovodi u svoj skraćeni opseg sa minimalnom promenom dužine.

Kokontrakcija dubokih lokalnih mišića izvodi se bez zamene sa većim mišićima koji stvaraju obrtni moment i koji obuhvataju regiju (m. rectus abdominis, m. obliques externus, trbušni i grudni deo m. erector spinae) i u kliničkim istraživanjima je potvrđeno da oni mogu biti preaktivirani kod ljudi sa bolom u leđima.

Sa aktivnošću TA i njegovim tajmingom povezana je i dijafragma, kao i mišići karličnog dna. Postoje dokazi da ova četiri mišića deluju sinergijski kako bi obezbedili mehanizam podrške kičme. Bilo koji problem u ponovnom uspostavljanju normalnog obrasca disanja sa kontrakcijom TA i m. multifidusa može ukazivati da je dvostruka uloga dijafragme (stabilizacija kičme i kontrola disanja) možda bila prekinuta kod ljudi sa bolom u leđima.

Kada je u pitanju opšta podrška kičme, lokalni mišići su ti koji se smatraju unutrašnjom jedinicom, dok se spoljna jedinica sastoji od globalnih mišića i njihovih fascijalnih dodataka. Unutrašnja jedinica kora je različita i nezavisna od spoljašnje jedinice, i anatomske i funkcionalno.



Slika 16: Unutrašnja i spoljašnja jedinica kora (Richardson, Jull, Hodges, 1998).

TA deluje nezavisno od ostalih mišića trupa što znači da ima poseban sistem kontrole. Ovo daje jaku potvrdu za to da ovaj unutrašnji sloj treba trenirati nezavisno od globalnih mišića. Po svojoj prirodi, specifične vežbe ko-kontrakcije dubokih mišića uključuju izvršavanje motoričkog zadatka sa preciznošću i bez učešća globalnih mišića koji čine spoljašnju jedinicu zaštite.

Problemi sa motornom kontrolom TA jasno pokazuju odloženo vreme početka kao i nedostatak kontinuirane kontrakcije tokom aktivacije mišića koji su glavni proizvođači obrtnog momenta u trupu. Ovaj deficit je direktno vezan za to kako ovaj mišić kontroliše kičmu tokom pokreta. Opšti trening snage i izdržljivosti fleksora i ekstenzora trupa nije bio uključen. Motorne veštine sa velikim ponavljanjima, menjale su veličinu nivoa inhibiranosti multifidusa kod akutnog bola u leđima, kod nekih vrlo brzo, kod nekih i u roku od nedelju dana. Sa ovim vremenskim okvirom pretpostavljeno je da efekti treninga nisu bili povezani sa hipertrofijom, ali verovatno sa neurološki povezanim događajima u mišiću koji je ponovo uspostavio svoju veličinu kao i kontrolu nad segmentom.

Kada su osobe sa bolom u leđima, a i one bez, izvodile test aktivacije TA sa pomeranjem ekstremiteta, dokazano je da osobe sa bolom imaju deficit motorne kontrole TA i ne mogu uspešno izvesti brejsing, dok oni bez bola, koji nisu imali odloženu reakciju TA, mogu lako aktivirati mišić. Stoga, trbušni brejsing, i sa njim povezana aktivacija lumbalnog m. multifidusa, postaje vrhunska veština koja se mora naučiti u rehabilitaciji i osigurati da lokalni mišići mogu izvoditi svoju ulogu u podršci kičme. Primetno je da su ovo jedini mišići koji mogu pružati podršku lumbalnim segmentima. Ostali mišići trupa koji nemaju direktne pripoje za lumbalni segment ne mogu obavljati ovaj odredjeni zadatak.

U disfunkcionalnom stanju TA menja svoju ulogu od, od podrške, za koju je dizajniran anatomske, biomehanički i fiziološki, do kretanja trupa. Umesto kontinuiranog održavanja stabilnosti, nezavisno od drugih mišića, TA se ponaša u sličnom maniru kao i drugi trbušni mišići – fleksori. Zbog toga, vežbe ponovnog obnavljanja njegove uloge, kao dubokog stabilizatora, moraju biti veoma precizne. Moraju biti u stanju da promene oslabljenu motornu kontrolu i da vrate da TA radi potpuno odvojeno od drugih mišića trupa.

Principi za obnavljanje specifičnih motornih veština veoma se razlikuju od onih za snagu i izdržljivost. Poenta se postiže ako se aktivnosti izvode savršeno, bez neželjenih pokreta, gde globalni mišići ne doprinose izvršenju zadatka. Osobe sa bolom u leđima pokazuju tokom pokreta ruke fazičnu aktivnost, nasuprot normalnoj toničnoj aktivnosti. Kao test, korišćena je izometrijska (tonična) kontrakcija koja angažuje lumbalni multifidus, kako bi se povratio njegov poprečni presek nakon inhibicije i akutnog bola.

Da bi se obezbedila stabilizacija zglobova, nervni sistem treba da planira regrutovanje i održavanje kontrole motornih jedinica u velikom broju mišića koji utiču na položaj trupa.

Rehabilitacija obuhvata tri različita nivoa aktivnosti:

1. Trening motorne aktivnosti
2. Postepeno uvođenje u lakše funkcionalne aktivnosti
3. Progresija u teže funkcionalne zadatke

1. Trening motorne aktivnosti. Vraćanje motornih aktivnosti putem abdominalnog brejsinga, izometrijskom kontrakcijom lumbalnog m. multifidusa je centralna tačka programa rehabilitacije. Ključne komponente uključuju razvoj percepcije i poboljšanje preciznosti. Ovo je praćeno preciznim ponavljanjima date veštine kako bi postale automatske i inkorporirale se u normalnu funkciju.

Postoji nekoliko razloga zbog kojih je od suštinskog značaja da osoba sa bolom u leđima razvija ispravnu percepciju izolovanog mišića i da stekne osećaj držanja tonične kontrakcije.

Potrebno je da osoba bude u stanju da izoluje kontrakciju dubokog mišića i da opaža sporu, kontinuiranu, toničnu mišićnu aktivnost koju duboki mišići gube, kod osoba sa bolom.

Ponavljano izvođenje ispravne motoričke veštine, abdominalni brejsing sa lumbalnim m. multifidusom, je od vitalnog značaja za učenje i treniranje ko-aktivacije dubokih mišića. Fokus je na

neprekidnom držanju jer se tonična funkcija kod ovih mišića izgubila. Ponavljanja se izvode precizno, koristeći fokus, znakove i pozicije. Ključ uspeha u rehabilitaciji je u vežbanju ovih veština što je moguće više puta. Prelazak na viši nivo se može učiniti kada se proceni da je veština naučena.

2. Postepeno uvođenje u lakše funkcionalne aktivnosti. Integracija ko-kontrakcije dubokih mišića u dinamičke aktivnosti odvija se kroz dve faze: ugradnja ovih motornih veština u lake funkcionalne zadatke, a zatim u teške. Tokom lakih funkcionalnih zadataka u prvom redu dozvoljavamo dubokim mišićima da budu podrška tokom aktivnosti globalnih mišića. U suprotnom, teške aktivnosti zahtevaju sve mišiće trupa, lokalne i globalne, da se kontrahuju istovremeno i tako se suprotstave spoljašnjem opterećenju.

Neophodno je osigurati uslove za dubinsko delovanje mišića tokom integracije u dinamičke aktivnosti, i to na sledeći način:

- Uputiti osobu da aktivira ko-kontrakciju svesno tokom svih zadataka;
- Redovno testirati ko-kontrakciju;
- Indirekto proceniti TA posmatrajući trbušni zid – treba da zadrži ravan izgled, bez protruzija (naročito u donjem delu trbuha) u bilo kojoj vežbi;
- Indirektno proceniti funkciju m. multifidusa, posmatrajući sposobnost pacijenta da održi normalnu lumbalnu krivinu tokom svih zadataka;

Faza uključivanja ovih veština u lake funkcionalne zadatke podrazumeva obavljanje lakih funkcionalnih zadataka sa malim opterećenjem tokom kojih se može održavati kontinuirano disanje bez zadržavanja daha. Progresija se nastavlja u smeru rehabilitacije motorne kontrole koju treba uskladiti sa svojim sinergistima – dijafragmom i mišićima karličnog dna. Upravo u tim aktivnostima sa malim opterećenjem, posebno u neutralnoj poziciji, lumbalni segment posebno zahteva podršku lokalnog mišićnog sistema. Stoga, ova faza treninga započinje u neutralnoj lumbalnoj poziciji, u kojoj je potrebna maksimalna aktivacija lokalnog sistema za kontrolu pozicije kičme. Postepeno se dodaju zadaci koji sve više „izazivaju“ duboki mišićni sistem. Kontrola neutralne pozicije se pre svega odnosi na zadržavanje dobrog, uspravnog sedenja i stajanja, koje drži duboke mišiće u ko-aktivaciji. Blago izlaženje iz neutralne pozicije sa sve opuštenim obrascem disanja, pruža dalji izazov dubokim mišićima. Sposobnost održavanja neutralne kičme nad blagim opterećenjem nogu, može takodje biti u upotrebi. Efikasnost izabranih metoda za poboljšanje funkcije TA i m. multifidusa, kao i sposobnosti zadržavanja treba neprekidno proveravati testom iz ležećeg položaja, koristeći pritisak kao fidbek.

Što se tiče održavanja stabilnosti tokom kretanja, hodanje je fazna, ponavljajuća aktivnost sa malim opterećenjem. Ova situacija zahteva da osoba održi toničnu kontrolu lokalnih mišića u okruženju koje zahteva povremenu aktivaciju fazičnih, globalnih mišića. Potrebna je dobra percepcija o kontrakciji, gde osoba treba da bude svesna blage kontrakcije abdomena i mišića karličnog dna, uz normalno disanje.

Kontrola lumbalnog dela se trenira i u otežavajućim položajima koji umeju da pogoršaju bol i u pozicijama gde osoba prijavljuje da se oseća ranjivom. Oni takodje mogu trenirati i da zadrže ko-kontrakciju dok pomeraju trup u pravcima koji inače provociraju bol.

3. Progresija u teže funkcionalne zadatke. Svakodnevne aktivnosti podrazumevaju i suočavanje sa aktivnostima koje uključuju veća spoljna opterećenja, kao što su dizanje, nošenje, spuštanje, skakanje, u kojima lokalni i globalni sistemi rade zajedno da bi smanjili opterećenje prilikom udara sile na kičmu. Treba imati u vidu sledeće: svaki program treba da ima za cilj održavanje neutralne kičme uz treniranje generalne ko-kontrakcije i na stabilnoj i na nestabilnoj podlozi. Fokus je više na kontroli pozicije kičme nego na sili otpora. Takodje, treba tretirati bilo koju disfunkciju globalnog sistema ukoliko se uoči. Snaga, izdržljivost i koordinacija su neophodni većim mišićima donjih ekstremiteta, karlice i trupa, da se nose sa opterećenjem koje je svojstveno svakodnevnim aktivnostima.

Napredovanje ka višim aktivnostima se može započeti čim ozdravljenje povredjenog dela to omogućava, pod uslovom da sprovođenje takvog treninga ne kompromituje specifično motorno učenje za TA i m. multifidus.

Ukoliko se nadje da je, na primer, m. obliques externus preaktivan, duboka mišićna ko-aktivacija i tehnika smanjivanja njegove aktivnosti bile bi uključene u tu motornu reedukaciju, i bilo bi sigurno nerazumno započinjati progresiju na viši nivo aktivnosti. Takav trening koji se fokusira na globalni mišićni sistem može čak pojačati probleme sa kontrolom trupa.

U svakoj fazi rehabilitacije neophodne je da se vratimo na formalni test formalnih motoričkih veština, i tako se osiguramo da su se ko-aktivacijom održavaju ili unapređuju tonične sposobnosti. Suština rehabilitacije je podržati i obnoviti funkciju dubokih mišića kroz rad u ko-kontrakciji radi kontrole segmentnog kretanja. Povećanje opšte krutosti trupa kroz povećanje ko-kontrakcije globalnih mišića, koja će uticati na rigidnost trupa, ne smatra se razumnim ciljem ukoliko nije bila funkcija dubokih mišića ozbiljno kompromitovana.

Postoji razlika između segmentne stabilnosti, koju pruža TA i m. multifidus, i lumbalne rigidnosti koja je proizvod jakih kontrakcija globalnih mišića. TA i lumbalni m. multifidus nude kontrolu segmentarno i dozvoljavaju trupu da se kreće na kontrolisan način. Suprotno tome, globalni mišići smanjuju kretanje kičme i ističu trup kao jedinstven entitet. Normalna funkcija kičme je takva da joj dozvoljava kontrolisano kretanje u lumbalnom segmentu i nema generalnog ograničenja kretanja.

11. Ograničenja globalnog mišićnog sistema

Globalni mišićni sistem ne može u potpunosti doprineti intervertebralnoj kontroli. Globalna ko-aktivacija povećava kompresivnu silu na lumbalnim segmentima (Gardner-Morse i Stokes, 1998). Površinski mišići trupa generišu obrtni moment koji mora biti prevaziđen aktivacijom antagonističkih mišića da bi zadržali pravu kičmu.

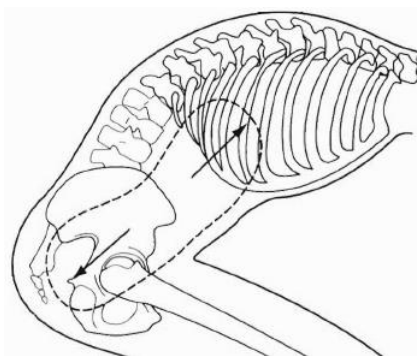
Globalni mišićni sistem ima ograničenu sposobnost da kontroliše smicajnu silu. Kod delovanja smicajnih sila na kičmu, ne dolazi do promene u aktivnosti globalnih mišića, što nameće zaključak da dublji lokalni mišići moraju da kontrolišu ovaj segment (Raschke i Chaffn, 1996). Slična situacija može postojati i u vezi sa sakro-ilijačnim zglobovima. Stabilnost sakro-ilijačnog zgloba zavisi od njegove kompresije (Snijders, 1995). Iako je prihvaćeno da je ova kompresivna sila, u velikoj meri, obezbeđena radom globalnih mišića, u sinergiji, (kontrakcija m. gluteus maximus i kontralateralnog m. latissimus dorsi), ovo će verovatno biti neefikasno u lakim zadacima, kada su ovi mišići neaktivni. Nasuprot tome, horizontalna sila koja je produkt lokalnih abdominalnih mišića (npr. m. transversus abdominis) će kompresovati i stabilizovati sakro-ilijačni zglob (Snijders, 1995).

Mišićna ko-aktivacija antagonista rezultira ograničenjem kičmenog kretanja, odnosno krutošću kičme. Poznato je da kod zdravih osoba CNS koristi kretanje, a ne jednostavnu krutost kičme da bi prevazišao izazove u vezi sa stabilnošću (Hodges 1999, 2000a) i smanjio utošak energije (Perry 1992).

Dok su površinski mišići trupa uključeni u forsiranu ekspiraciju i spuštaju grudni koš, povećana aktivnost ovih mišića kod osoba sa bolom u leđima može narušiti respiratornu funkciju, tako što će npr. smanjiti pokretljivost grudnog koša. S druge strane, lokalni mišići imaju ograničen uticaj na pokrete grudnog koša i dopuštaju kontrolisane pokrete kičme uz kontrolu pojedinačnih segmenata, sa minimalnim uticajem na grudni koš što minimizira ugrožavanje respiracije.

12. Intraabdominalni pritisak

Intraabdominalni pritisak se povećava u mnogim svakodnevnim zadacima, kao što su podizanje, trčanje i šetanje, i uveliko je prihvaćen stav da doprinosi kontroli trupa. Abdominalna šupljina funkcioniše kao balon pod pritiskom, lociran ispred kičmenog stuba, koji vrši pritisak gore na dijafragmu, a dole na karlično dno, da bi opružio trup.



Slika 17: Doprinos intraabdominalnog pritiska u produkciji ekstenzije trupa preko sile pritiska koju vrši između dijafragme i karličnog dna (Richardson, Jull, Hodges, 1998).

Ovaj doprinos intraabdominalnog pritiska ekstenziji ogleda se u smanjenju udela leđnih ekstenzora u ovoj aktivnosti i smanjenju kompresivnih sila koje deluju na kičmeni stub. Dalje,

prihvaćeno je da ekstenzorni obrtni moment proizveden intraabdominalnim pritiskom može biti kompenzovan momentom fleksije koju stvaraju abdominalni mišići (McGill i Norman, 1987). Intraabdominalni pritisak može direktno povećati krutost kičme (Hodges i Richardson, 1997).

Torako-lumbalna fascija. Ne može se pričati o stabilnosti kičmenog stuba, a da se ne spomene uloga torako-lumbalne fascije. Uveliko je priznata njena uloga u uspostavljanju stabilnosti. Izgleda da najveći doprinos krutosti torako-lumbalne fascije ima upravo TA zahvaljujući svom širokom pripoju. Pripoj TA na celom lateralnom delu omogućava ovom mišiću da širi tenziju u sve slojeve fascije.

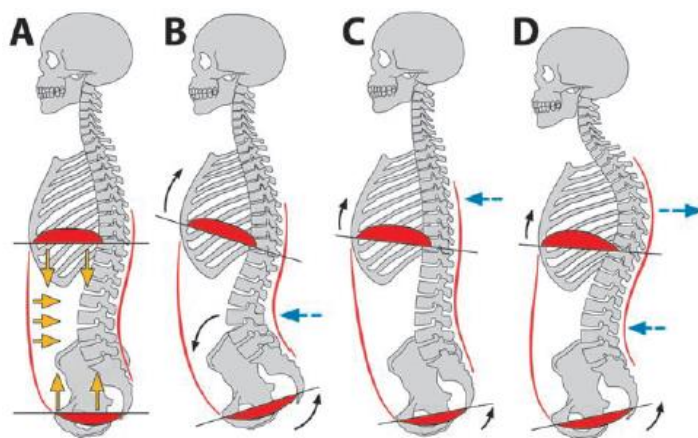
Tenzija u torako-lumbalnoj fasciji može doprineti kontroli intersegmentarnog kretanja stvarajući lateralnu tenziju koja smanjuje pomeranja pršljenova (Hodges i Richardson, 1997). Ovaj mehanizam zavisi od bilateralne kontrakcije TA i najveći je na sredini lumbarne regije, gde TA ima direktne pripoje na poprečnim nastavcima.

U jednom istraživanju, radjenom na kadaverima, meren je udeo torako-lumbarne fascije u stabilnosti trupa u frontalnoj ravni. Više od 40% stabilnosti trupa, u frontalnoj ravni, može biti proizvod tenzije nastale u srednjem sloju torako-lumbarne fascije (Tesh, 1987). O važnosti torako-lumbarne fascije govori i podatak da, kada je fascijalni pripoj bio isečen, povećanje intraabdominalnog pritiska imalo je potencijal da smanji krutost. Takodje, fascijalnoj krutosti doprinosi i kontrakcija m. erector spinae, koji je smešten izmedju srenjeg i zadnjeg sloja torako-lumbarne fascije.

13. Uloga posture u stabilizaciji

Minimalna mišićna aktivnost je neophodna za normalno stajanje. Svaka preterana izometrijska aktivnost (posebno u površinskim mišićima) znak je neprikladne posture, što je energetski neefikasno i može prouzrokovati preopterećenje segmenata.

Grudi moraju biti postavljene iznad karlice i dijafragme (u sagitalnoj ravni i treba da je horizontalna i paralelna sa mišićima karličnog dna). Samo u ovoj poziciji dijafragma može raditi nasuprot karličnom dnu, i u koordinaciji sa trbušnim zidom, vršeći pritisak na organe trbušne duplje, i stabilizujući donji torakalni i lumbalni segment spređa.



Slika 18: Raspoređivanje intraabdominalnog pritiska u odnosu na položaj dijafragme i karličnog dna (Liebenson, 2015).

Ovo su najčešća patološka stanja:

1. Grudi su u poziciji ispred karlice (18C). Ovo je rezultat konstantne izometrijske aktivnosti površinskih paraspinalnih mišića.
2. Grudi u liniji iza karlice (18D), rezultat je fiksirane torakalne kifoze, nedostatak segmentarnog kretanja srednjeg torakalnog dela, zaokruženih ramena, skraćenog pektoralisa.
3. Sindrom „otvorenih makaza“. Karakteriše se lordozom i preaktiviranim površinskim paraspinalnim mišićima. Retrakcija ramena je takodje prisutna u ovom sindromu.

Posmatrati distribuciju mišićnog tonusa i konture trbušnog zida. Treba stajati prilično opušteno u stojećoj poziciji. Može se primetiti sindrom „peščanog sata“, posebno kod žena. Iz estetskih razloga, one izvode uvlačenje stomaka, koje kompromituje i stabilizaciju i disanje.

Posturalna stabilizacija je definisana kao aktivno (mišićno) zadržavanje telesnih segmenata protiv aktivnosti spoljnih sila koje kontroliše CNS. Ovo aktivno održavanje podrazumeva

koordinisanu aktivaciju mišića agonista i antagonista (ko-aktivacija) koja deluje na svaki zglobo i u svim mogućim položajima koje može da zauzme. Razvojni položaji mogu biti korisna komponenta programa rehabilitacije i treninga za rešavanje stvarne ko-aktivacije mišića.

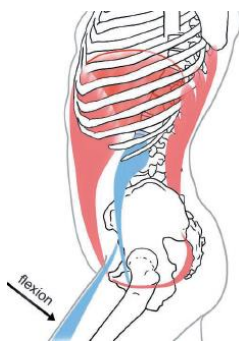
Ojačavanje trupa održava sve segmente kičme u biomehaničkom neutralnom položaju tokom bilo kojeg pokreta. Segmentarno kretanje (npr. pokreti u zglobo kuka) povezano je sa sinergističkom aktivnošću spinalnih ekstenzora i svih mišića koji moduliraju intraabdominalni pritisak (trbušni mišići, karlično dno, dijafragma). Dijafragma je mišić koji doprinosi intraabdominalnom pritisku i igra važnu ulogu u stabilnosti kičme. Nedovoljna funkcija i loša koordinacija posturalnih ili stabilizirajućih mišića smatraju se važnim etiološkim faktorima u poremećajima kičme koji su povezani sa bolom u donjem delu ledja.

Može se pretpostaviti da u slučajevima posturalne nestabilnosti, kod neadekvatnih stabilizatora, ovo mora biti kompenzovano drugim mišićima. Značajno smanjenje snage mišića trupa, posebno ekstenzora, utvrđeno je kod ljudi sa bolom u ledjima. Često je nedostatak aktivacije dijafragme zamenjen prekomernim aktiviranjem površnih lumbalnih paraspinalnih mišića, što rezultira hipertrofiji i eventualno lumbalnoj hiperlordozi (prednji nagib karlice).

Postura je poravnanje svih zglobova nasuprot gravitaciji ili bilo kojoj spoljnoj sili u bilo kom trenutku. Postura je esencijalni deo svakog kretanja u bilo kojoj telesnoj poziciji. Posturalna aktivnost prethodi i ide u paru sa svakim svrsishodnim kretanjem. Posturalna stabilizacija je jedna automatska aktivnost i nije u potpunosti pod kontrolom naše volje. Posturalna neefikasnost u samo jednom mišiću će kompromitovati ceo stabilizacioni sistem, i rezultirati mišićnoj disfunkciji i posturalnoj nestabilnosti.

Tokom bilo kog svrsishodnog pokreta početni pripoj aktiviranog mišića mora biti stabilizovan. To je osigurano tačkom stabilizacije („punctum fixum“), npr. psoas je aktiviran tokom fleksije kuka – njegov pripoj izvršava pokret u kuku, i to je „punctum mobile“, dok drugi pripoj mora biti stabilizovan kroz interakciju sa drugim mišićima (Kolar 2012).

Stabilizacija nikada nije čin samo jednog mišića, ona uvek uključuje cele mišićne lance, koji su udaljeni od određenog segmenta koji se stabilizuje. Dakle, nedovoljna, podsvesna i automatska stabilizacija je često uzrok mišićne i kretne disfunkcije.



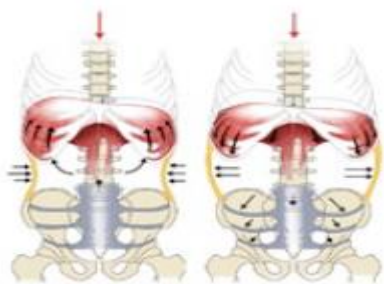
Slika 19: Posturalna aktivnost prethodi i prati svako svrsishodno kretanje (ekstenzija/fleksija kuka), (Liebenson, 2015).

Primarni razlozi za nastanak funkcionalnih posturalnih smetnji:

- Centaralne koordinacione smetnje – rezultat su abnormalnog ranog posturalnog razvoja. Ovaj poremećaj je jedan od najčešćih uzroka nastanka hroničnog bola u leđima i poremećaja kretanja. Tipičnu kliničku sliku čine displastične kratke grudi, dijastaza rektusa, ravna lobanja, abnormalne spinalne krivine, loše pozicionirani zadnji delovi rebara...
- Životne navike – loše primenjena fizička aktivnost; estetski i kulturni faktori (uvlačenje stomaka kod žena, visoke štikle); situacije koje su veliki mentalni izazovi, koji prouzrokuju hroničan stres i aktiviranje limbičkog sistema, a samim tim utiče na promenu distribucije mišićnog tonusa).
- Razlozi koji su u vezi sa stimulacijom nervnih ćelija – Svako patološko stanje priziva protektivne mehanizme da zaštite strukture od daljeg oštećenja, što je uvek praćeno promenom u mišićnoj funkciji, a to se po pravilu odražava na ceo mišićni lanac, samo jedan mišić ili deo vlakana (trigger pointi).

Minimalna mišićna aktivnost je neophodna za normalno stajanje. Bilo koja suvišna izometrijska aktivnost je znak abnormalne posture, koja je energetski neefikasna i može prouzrokovati zamor zglobova. Mišićni hiper-tonus često nastaje u vezi sa energetski neefikasnim stajanjem, kao kompenzacijom, i ako je neprekidan, može odvesti u prekomerni stres izvesne segmente i prouzrokovati bol i strukturalne promene. Ovi hipertonični mišići će takodje suviše učestvovati tokom bilo kojih drugih kretanja. Kada ove statičke smetnje postanu fiksirane u CNS-u, osoba percipira ovakvo stanje kao normalno. Tipična patologija je sledeća: hiperaktivan gornji deo trbušnog zida, sa uvučenim trbušnim zidom, tipičan sindrom „peščanog sata“, zamenjena posturalna aktivnost dijafragme. U normalnim okolnostima, dijafragma se spušta kaudalno tokom svake

posturalne aktivnosti. Kontrakcija i zaravnjanje dijafragme može nastati kada osoba zadržava svoj dah. Kod sindroma „peščanog sata“, dijafragma se spušta i zaravnjava značajno manje. Pripoji dijafragme na donjim rebrima nisu stabilizovani dobro i povučeni su prema centrum tendineumu, dok su donja rebra povučena kranijalno i interkostalni prostori unutra. Dijafragma nije aktivirana proporcionalno, lumbalni deo se kontahuje više nego ostatak. Površinski paraspinalni mišići, posebno u torako-lumbalnom delu će kompenzovati za nedovoljnu posturalnu funkciju dijafragme. Ova posturalna disfunkcija uvek ide ruku pos ruku sa neadekvatnim respiratornim obrascem.



Slika 20: Leva slika – sindrom „peščanog sata“; neadekvatna posturalna aktivnost dijafragme i abdomena; desna slika – fiziološka posturalna aktivacija (Liebenson, 2015).

Česta patologija u vezi sa stabilnošću i disanjem je inspiratorna pozicija grudi, sa nedostatkom kretanja u kostovertebralnim zglobovima, i kompenzacijom u kretanju kičme tokom disanja i posturalnih aktivnosti. Kičma ide u ekstenziju sa svakim udahom i fleksira se sa svakim izdahom, što izaziva preaktiviranje površinskih paraspinalnih mišića. Grudi su rigidne i zato rebra zadržavaju kranijalnu, tj. inspiratornu poziciju.

Sve ovo se javlja u kombinaciji sa prednjim nagibom karlice. Sada su vrh grudi i karlica postavljeni koso, umesto paralelno (sindrom „otvorenih makaza“). Za idealnu stabilizaciju potrebna je paralelna pozicija ovih dvaju segmenata. Zadnji nagib karlice takodje nije fiziološki, kompromituje stabilnost donjeg dela ledja lumbalnom kifozaom.

Pozicija ramenog pojasa je druga ključna veza u stabilizaciji. Medijalne ivice skapule treba da budu paralelne sa kičmom, a uglovi da se priljubljuju prema grudnom košu. Retrakcija lopatica je često navodi kao ispravna pozicija, međutim to nije neutralna pozicija. Prevelika izometrijska aktivacija aduktora skapule nije ekonomična i preopterećuje kičmu. Dominacija aduktora skapule naspram m. serratus anteriora rezultira ravnim ledjima u donjem torakalnom delu. Spoljašnja rotacija skapule je druga nepravilna pozicija lopatica, kao rezultat preaktiviranog gornjeg dela m.

trapezijusa, m. pektoralis majora i aduktora ramena, dok su donji skapularni fiksatori, naročito m. seratus anterior, nedovoljno aktivirani. Stabilizaciona uloga m. seratus anteriora veoma zavisi od pozicije grudi i koordinacije izmedju dijafragme i abdominalnih mišića, koji deluju kao tačke fiksacije za ovaj mišić.

14. Disanje – prvi obrazac kretanja

Disanje je mehanički akt promene zapremine grudnog koša, i to putem naizmeničnog širenja i skupljanja. U praktičnom smislu disanje možemo podeliti u dve faze:

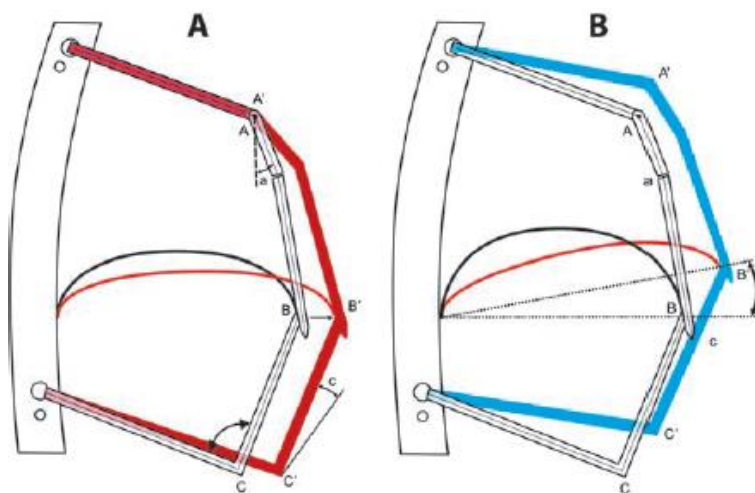
1. Fazu inspirijuma (udaha) – aktivan proces koji vrše inspiratorni mišići;
2. Fazu ekspirijuma (izdaha) – pasivan proces vraćanja grudnog koša i pluća iz rastegnutoг položaja u početnu poziciju.

Mehanika disanja direktno zavisi od:

1. Biohemijskih faktora – sve što utiče na PH balans (alergije, infekcije, loša ishrana, hormonalne promene, disfunkcija bubrega);
2. Biomehaničkih faktora – fiksacija rebara ili donji i gornji ukršteni sindromi;
3. Psihosocijalnih faktora – anksioznost, bes, depresija.

Funkcionalno, postura i disanje su međusobno zavisni i formiraju jednu funkcionalnu jedinicu. Disfunkcija jednog kompromituje drugo i obrnuto. Trening idealne posture treba sprovoditi sa treningom idealnog obrasca disanja. Jedan od ključnih uslova za fiziološku spinalnu stabilizaciju i respiraciju jeste položaj i dinamika grudi. U fiziološkim uslovima, torakalna kičma je uspravna (izdužena), a grudni koš ostaje u kaudalnom položaju i tokom udisaja i tokom izdisaja. Pomoćni respiratorni mišići ne treba da budu aktivirani za regularno disanje. Tokom inhalacije donji otvor grudnog koša se proporcionalno proširuje dok se dijafragma spušta i zaravnjava upolje.

Klavikule treba da imaju blagi nagib prema gore, dok horizontalna pozicija može biti znak preaktivnih pomoćnih respiratornih mišića. Kod patoloških stanja, dijafragma se ne zaravnjava već ostaje u kosoj osi. Naglašeni kranijalno-kaudalni pokreti mogu biti primećeni u sternumu.



Slika 21: Pokreti dijafragme tokom normalnog i patološkog obrasca disanja (Kolar, 2010).

Između 4 i 6 nedelja starosti, kada novorođenče počinje da diže glavu nasuprot gravitaciji, kada je na stomaku, ili da podiže noge, kada je na leđima, dijafragma počinje da razvija svoju dvostruku ulogu – posturalnu i respiratornu. Fiziološki, sa svakom posturalnom aktivnošću (disanje ili zadržavanje daha) dijafragma se spušta i zaravnjava upolje. Njeni pripoji na donjim rebrima su stabilizovani trbušnim mišićima i centrum tendineum je povučen kaudalno prema donjim rebrima. Disfunkcionalna dijafragma se ne spušta adekvatno prilikom posturalnih aktivnosti i pravac mišićne aktivnosti se preokreće i povlači ka centrum tendineumu, što rezultuje sindromu pešćanog sata.

Posledice loše mehanike disanja:

- nedovoljna razmena gasova
- nema antibakterijskog efekta sluzi sinusne i nosne šupljine
- vazduh se ne vlaži i ne priprema za kvalitetnu razmenu gasova
- ubrzan srčani rad
- inhibiran rad digestivnih organa
- povišen nivo šećera u krvi

- anksioznost
- konstantno uključen simpatetički režim rada CNS-a
- posturalni problemi
- problemi u kretanju

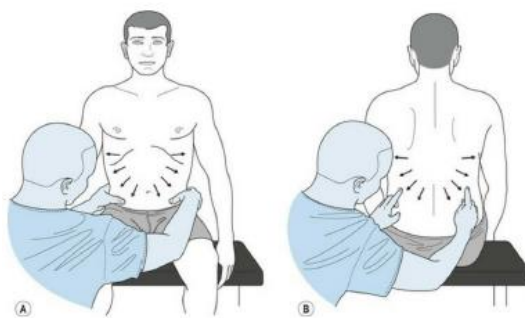
Procena obrasca disanja. Osoba je na leđjima, 90 stepeni u kolenima i kukovima, sa osloncem za noge. Gledati ili palpirati pomoćne respiratorne mišiće koji treba da su relaksirani. Klavikule se ne smeju kretati gore-dole tokom disanja, takodje i sternum. Sternum normalno ostaje u kaudalnom položaju u transverzalnoj ravni , i tokom izdaha i tokom udaha.



Slika 22: Početna pozicija za testiranje obrasca disanja.

Palpirati donje interkostalne prostore, na bočnim aspektima grudi. Ovi se prostori trebaju proširiti sa svakom inhalacijom. Palpirati trbušni zid iznad prepona. Ovi prostori treba da se prošire sa svakim udahom. Ručno (pasivno) dovedite grudi (sternum) u kaudalnu poziciju. Dok je sternum u kaudalnoj poziciji, dati instrukciju da osoba uzme dah. Sternum, zajedno sa rukama, ne sme biti poguran kranijalno.

Kod sedenja se primenjuju isti principi kao i kod prethodnog položaja. Osoba sedi, okrenuta treneru licem u lice, sa opuštenim rukama i nogama. Palpirati iznad prepona i dati instrukciju da osoba duboko udahne, da diše u prste i da ih potisne. Tokom udisaja trbušni zid treba da se širi ventralno, kaudalno i lateralno. Trener stoji iza osobe koja sedi. Palpirati laterodorsalni aspekt trbušnog zida upravo ispod donjih rebara. Dati instrukciju da osoba udahne i izdahne. Nakon punog izdaha, dati instrukciju da osoba pogura nasuprot prstiju. Trener treba da oseti simetrično i snažno širenje trbušnog zida. Širenje je proporcionalno u svim pravcima.



Slika 23: Provera obrasca disanja u sedećoj poziciji (Chaitow, Bradly, Gilbert, 2014).

Ako je osoba okrenuta prema ogledalu tokom testa, trebalo bi da se vidi i ventralno širenje donjeg dela grudnog koša i trbušnog zida. Uvlačenje trbušnog zida (peščani sat) znak je nenormalnog stereotipa aktiviranja dijafragme.

Treniranje optimalnog obrasca disanja. Započnite trening u ležećem položaju sa savijenim nogama i stopalima oslonjenim na pod. Stavite ruke na donja rebra, usmeravajući ih tako da se spusti grudni koš. Šakama spustiti grudni koš, tako da kičma ostane u kontaktu sa podlogom i bez fleksije.

Pri udisaju, osoba mora proširiti donji deo grudnog koša prema rukama, ali da zadrži vrat i mišiće ramena opuštene koliko god je to moguće. Tokom izdisaja, dozvoliti grudima da se pasivno opuste, bez bilo kakve kontrakcije abdomena.

Ako je opuštanje abdomena prilikom izdaha teško izvodljivo, pitati osobu da stavi ruke na stomak radi dobijanja povratnih informacija o preteranoj napetosti. Što se tiče naprednog vežbanja, sve gore navedene principe treba uzeti u obzir, u bilo kom početnom položaju (ležeći, sedeći, stojeći, četvoronožni, kosi..).

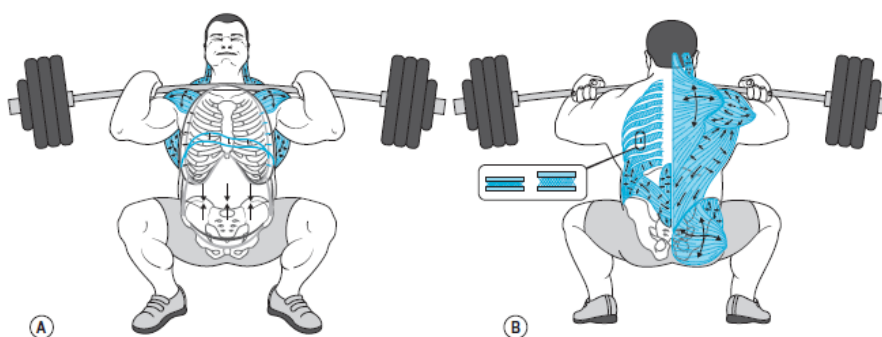
Razvoj obrasca disanja. Disanje kao, posturalna funkcija, je esencijalna funkcija svakog živog organizma. Može se reći da su obrasci kretanja genetski određeni i specifični samo za ljude. To spada i obrazac disanja i funkcionalnost normi koje zavise od kontrole CNS-a i kvaliteta anatomskih struktura. Funkcionalne norme su kodirane unutar CNS-a u formi programa i one se menjaju na različite načine u patološkim stanjima. Dijafragma tokom ontogenetskog razvoja, inicijalno, učestvuje u respiraciji. Sa završetkom neonatalnog razvoja (prvih 28 dana života) dobija i posturalnu ulogu, što je bitan preduslov za stabilizaciju trupa.

Istovremena i simetrična koaktivacija dijafragme, abdomena, leđa i karličnog dna omogućava interkonekciju između disanja i stabilizacione funkcije. Ova kombinacija mišićnih funkcija je jedino moguća kod zdravog CNS-a, koji omogućava savršenu motornu kontrolu. Motorna funkcija toraksa je veoma važna za disanje i posturalnu stabilizaciju. Treba razlikovati dva tipa torakalnih kretanja – prvi je povezan sa pokretom kičme, drugi nastaje u kostovertebralnim zglobovima nezavisno od pokreta kičme.

Sa fleksijom kičme, rebra se spuštaju i interkostalni prostor se sužava. Sa ekstenzijom kičme, ceo proces je obrnut i toraks se pozicionira kranijalno. U fiziološkim uslovima treba da bude u mogućnosti da se pomera nezavisno od torakalne kičme i obrnuto. U normalnom obrascu, sternum se pomera napred, više nego kranijalno, kao što se može primetiti u nepravilnom obrascu disanja. Sa aktivacijom dijafragme i interkostalnih mišića torakalna šupljina se uvećava napred i istovremeno lateralno, kao rezultat rebarnih krivina. Disanje i stabilizacioni pokreti su mali u predelu sternuma i prvog rebra, a najveći u predelu najdužih rebara (naročito 7. i 8. rebro). U nefiziološkom obrascu, pokreti sternuma su više kranijalno-kaudalni. Pozicije klavikula su više horizontalne. Stoga, početno poravnanje toraksa je esencijalno za fiziološki balansirano disanje i posturalnu stabilizaciju.

Eksperimentalno je dokazano da je dijafragma tonski aktivirana pri podizanju predmeta (Hemborg i dr. 1985). Sa kineziološkog stanovišta, važno je da se dijafragma kontrahuje pre angažovanja bilo gornjih, bilo donjih ekstremiteta, ili bilo kog kretanja. Stabilizacija karlice i lumbalne kičme je osigurana pre bilo kakvih kretanja ekstremiteta, dok CNS mora da previdi svrsishodno kretanje i automatski pozicionira telo za postizanje željenog ishoda (Hodges, 1997, Kolar 2012).

Aktivnost dijafragme nastaje u proseku 20 ms pre aktivnosti gornjih ekstremiteta. Iako je ciljano kretanje slobodno kontrolisano, reaktivne funkcije stabilizacije se javljaju automatski i bez voljne kontrole, besvesno. Dijafragmu kontroliše CNS u obezbeđivanju posturalne kontrole tela. Tokom normalne inspiracije, pektoralni mišići, skalenski, m, sternokleidomastoideus, svi trbušni mišići, m. kvadratus lumborum, kičmeni ekstenzori i spoljašnji rotatori kuka moraju da podnesu širenje torakalne, trbušne i karlične šupljine svojom ekscentričnom aktivnošću. Kada je kupola dijafragme ravna i u koordinaciji sa ekscentričnom aktivnošću mišića ovih šupljina (torax, trup, karlica) omogućavaju se pokreti ekstremiteta. Ovakav obrazac je prilično očigledan kod dizača tegova i drugih sportista koji moraju da proizvedu maksimalnu silu.



Slika 24: Ekscentrična aktivnost stabilizatora tokom posturalnih aktivnosti. Tajming je veoma važan – stabilizacioni mišići se moraju prvo aktivirati ekscentrično, šireći zapreminu trupa, a zatim zadržati aktivaciju izometrijski (ili čak koncentrično). Jedino su dijafragma i mišići karličnog dna koncentrično aktivirani od početka (Chaitow, Bradly, Gilbert, 2014).

Istraživanja su pokazala da kod ljudi sa hroničnim bolom u leđima i morfološkim promenama u lumbalnoj kičmi, dolazi do većeg poravnjanja lumbalnog dela dijafragme, za razliku od zdrave populacije (Kolar 2012). Manje izravnanje kupole dijafragme tokom posturalne aktivnosti i dizbalans u njenom aktiviranju se vide kao glavne komponente nedovoljne stabilizacije dijafragme (Boyle, 2010). Razlog manje zaravnjenosti može biti slabost dijafragme, zatim poremećena intramišićna koordinacija ili abnormalna koordinacija dijafragme i drugih posturalno-respiratornih mišića (Kolar 2012).

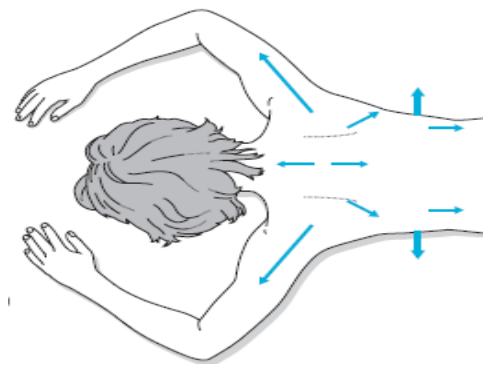
Kranijalno kretanje rebra grudnog koša sa uvlačenjem lateralnih interkostalnih prostora tokom inspiracije je tipičan patološki pokret. Uslov za normalno disanje je skladno, elastično stanje toraksa i koštanih struktura i mekih tkiva. Ako postoje ograničenja, ona smanjuju sposobnost grudnog koša da se na odgovarajući način prilagodi mišićnoj aktivnosti i izmenjenom gradijentu pritiska tokom ciklusa disanja, uz neizbežne kompenzacijske promene na račun optimalne funkcije. Konstantna izometrijska aktivacija gornjih partija trbušnog zida i nemogućnosti opuštanja trbuha sprečava dijafragmu da ima dovoljno kaudalnog spuštanja tokom udaha i tokom posturalnog naprežanja. Drugim rečima, abdominalno kretanje povećava/dozvoljava širenje dijafragme.

Treba spomenuti i protrakciju ramena koja uvek upućuje na dominantne pektoralne mišiće. Grudni koš se podiže tokom retrakcije ramena zbog dizbalansa između donjih i gornjih stabilizatora trupa (pektoralni i abdominalni mišići). Test na funkciju dijafragme je pozitivan ako osoba ne može slobodno aktivirati palpirani trbušni zid ili ako je pritisak protiv pritiska palčeva ispitivača asimetričan ili bilateralno slab uz dominaciju gornjih partija m. rektus abdominis i spoljašnjeg

oblikusa. Trbušni zid je uvučen u njegovom gornjem delu, a pupak je pomeren kranijalno. Aktivacija mišića na palpatornom području bez simetričnog izbacivanja donjeg dela trbuha je takodje neispravan obrazac.

Uticađ disanja na hipomobilnost torakalnog dela kičme. Poravnanje dijafragme i pokretljivost torakalnog dela je jedan od najvažnijih preduslova za fiziološki obrazac disanja i stabilizaciju trupa. Sa ispravljenom torakalnom kičmom, kranijalni (inspiratorni) položaj torakalnog zida treba da bude oslobođen i nezavistan od kretanja grudnog koša. Ovo se obično pokreće opuštanjem torakalnih fascija, posebno u području donjih interkostalnih prostora, kako bi se omogućila ispravna aktivacija dijafragme širenjem torakalnog zida, naročito između donjih rebara. Takodje, obično je potrebna i mobilnost kostovertebralnih zglobova i opuštanje gornjih torakalnih i skapularnih stabilizatora (skalenski mišići, m. sternokleidomastoideus, grudni mišići, gornja vlakna m. trapeza), kako bi se postiglo neutralno poravnanje torakalnog zida i aktivirala stomaćna muskulatura.

Veoma često, kod osoba sa stabilizacionom disfunkcijom, torakalna kičma se kreće kao kruta jedinica. U tretmanu torakalne kičme veoma je važna ispravna skapularna stabilizacija. To se može postići iz pozicije na stomaku, sa osloncem na laktovima (zatvoreni kinetički lanac gornjih ekstremiteta).



Slika 25: Optimalna sagitalna stabilizacija u poziciji na stomaku. Procena i obuka segmentarnog uspravljanja kičme: težište tela je na medijalnim epikondilima laktova i preponskoj simfizi, kičma izdužena, neutralna pozicija lopatica (sprečiti retrakciju lopatica), neutralan položaj grudi i simetrično širenje trebušnog zida. Vežbati segmentnu ekstenziju i rotaciju u srednjem delu torakalne kičme, segment po segment. Održavati pravilnu posturu i dah koji se usmerava u prepone laterodorzalna područja trbuha (Chaitow, Bradly, Gilbert, 2014).

U početnoj poziciji na leđjima, kod započinjanja korekcije obrasca disanja, grudni koš se manuelno poravnjava tokom respiracije. Osoba diše lateralno i kaudalno prema karlici, ali bez pomeranja grudnog koša kranijalno. Kada osoba savlada da pogura pritisak prstiju snagom abdomena, tj. koordinaciju dijafragme i trbušnog zida, zahtevi za kontrolom intraabdominalnog pritiska se povećavaju uključivanjem pokreta donjih i gornjih ekstremiteta protiv otpora. Ista tehnika se koristi tokom vežbanja obrasca disanja i u drugim razvojnim pozicijama, kao što su pozicija na stomaku, sa različitom pozicijom ekstremiteta, sedenje na boku, četvoronožna pozicija, pozicija na tri oslonca (Kolar, 2006; Kobesova 2010).

Ponovno uspostavljanje obrasca disanja. Četiri su bazična principa za vraćanje normalnog energetske-efikasnog i fiziološkog disanja:

1. Svesnost o pogresnom obrascu. Osoba nakon postavljanja jedne ruke u predelu grudi, druge na stomak, uzima dubok dah . Velike su šanse da će osoba udahnuti na usta, sa hiperventiliranjem gornjeg dela grudnog koša i sa uvlačenjem trbuha. Posmatrajući svoje ruke osobe mogu da uvide razliku izmedju snažnog, velikog i dubokog, mekog disanja.

Ovaj stadijum je istovremeno neprirodan i neudoban i prati ga prolazni osećaj nelagodnosti i nedostatka vazduha.

2. Relaksacija gornjeg dela grudi, ramena i pomoćnih mišića. Jednom kada osobe mogu prepoznati neispravan obrazac, drugi korak je da nauče da opuste gornji deo grudnog koša i pomoćnih mišića. Jednostavan način da se to postigne je postavljanje osobe u poziciju sa blago podignutim gornjim delom tela (poza „na plaži“). Ovo postavlja mišiće u neutralu i osoba može odmah osetiti kako je dijafragma regrutovana. Dijafragma se spušta dok udišu, trbuh se lagano širi, a zatim se relaksiraju leđa dok se izdiše. Savijanje kolena pomaže u popuštanju skraćenih abdominalnih mišića i sporo kotrljajući oba kolena, bočno, sa jedne strane na drugu, pomaže u isključivanju napetosti. Često ovaj osećaj opisuju kao nedostatak vazduha dok pokušavaju da opuste svoja ramena i gornji deo grudi. Kako se postiže napredak, osoba se podstiče da vežba sa ispruženim rukama i nogama, i opuštenim ramenima.

3. Reedukacija abdominalnog, niskogrudnog disanja kroz nos. Iz poze sa savijenim kolenima koncentracija vazduha se može prebaciti na donje delove grudi sa tihim udisajima i izdisajima koji se rastvaraju bez pauze. Naviknuti dosadašnji obrazac radi upravo suprotno. Pauza na kraju udisaja, kao kod nepravilnog obrasca, se prirodno gubi. Osoba može osetiti, videti i kontrolisati uspon, pad i

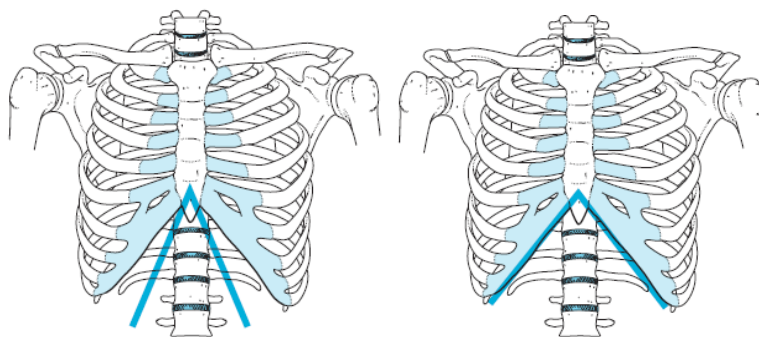
opuštanje trbušnog zida, uz čudan osećaj u početku i neophodnu veliku koncentraciju, a zatim osećaj izvrsnog opuštanja kada se obrazac poboljša.

4. Osveščivanje normalnog ritma disanja, u mirovanju i tokom govora i aktivnosti.

Vraćanje energetski efikasnog, trbušnog obrasca disanja na nos, sa relaksiranom pauzom na kraju izdaha, često vraća normalan ritam disanja u isto vreme. Često je verbalna pomoć u brojanju od strane trenera od pomoći. Osoba treba da bude ohrabrena da ponovo stekne osećaj o sporom disanju na nos. Posle uvežbanog disanja u ležećoj poziciji, osobu treba proveriti u sedećoj poziciji. Stisnuvši ruke iza svoje stolice osoba pomaže sebi da opusti gornji deo mišića grudi. Zatražiti da osoba diše u predelu pupka i opusti trbušni zid. Kako se postiže napredak, osoba se ohrabruje da sedi sa rukama napred, naslonjenim na bedra, i da nastavi disanje na nos.

Sa pokrivanjem ovih tačaka, osobi se traži da duplira vežbanje kod kuće i da uvrsti u svoj svakodnevni raspored 10min. ovakvih aktivnosti, u ležećoj poziciji, da isključi posturalne reflekse i prepusti se ovom povratnom procesu. Treba naglasiti da je retrening disanja, režim opuštanja i isključivanja, u stvari trosmeran problem i svakako pomaže da se resetuje i obnovi energetski efikasno disanje.

Osobe koje imaju hipertonične trbušne mišiće od mentalnog stresa ili preteranog treninga, mogu imati smanjeni ksifokostalni ugao, ograničavajući tako normalno kretanje dijafragme. Normalan ugao se kreće između 75-90 stepeni. Nema druge intervencije osim retreninga disanja kako bi se dobio relaksiran mišićni odgovor.

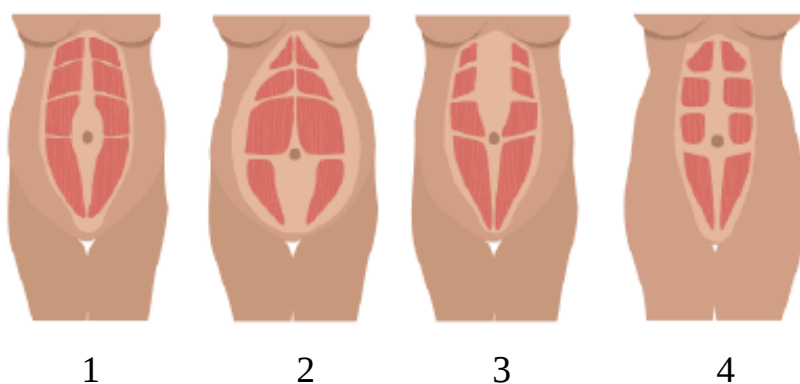


Slika 26: Uticaj retreninga disanja na ksifokostalni ugao. Slika levo: ugao od 38 stepeni; slika desno: ugao od 76 stepeni (posle deset nedelja treninga disanja), (Chaitow, Bradly, Gilbert, 2014).

Što se tiče disanja u stojećoj poziciji, da bi osoba osetila trbušno disanje, obavezno stegnute ruke iza leđa kako bi se redukovalo učešće gornjeg dela grudi. Najvažniji cilj je stvoriti svest i biti u mogućnosti da se diše abdominalno, stojeći, sa opuštenim rukama sa strane. Kada je trbušno disanje obnovljeno, može se uključiti istovremeno disanje uz govor, vežbanje, ili druga problematična područja koja pacijent može imati tokom integrisanja energetski efikasnog disanja u svakodnevni život.

15. Posledice narušenog intraabdominalnog pritiska

Dijastaza rektus abdominis je definisana kao odvajanje m. rektus abdominis, obično kao rezultat stanjivanja i istezanja linea alba (srednja linija trbuha). Dijastaza je uobičajena u trudnoći i nakon porodjaja, međutim zna se javiti i kod muškaraca. Uzroci nastanka su multifaktorijalni: povećana zapremina trbušne duplje, hormonske promene u trudnoći, neurorazvojni aspekti ili popustljivost trbušnog zida.



Slika 27: Različiti oblici dijastaze: 1.slika – dijastaza oko pupka; 2.slika – dijastaza ispod pupka; 3.slika – dijastaza iznad pupka; 4.slika – potpuno otvorena dijastaza.

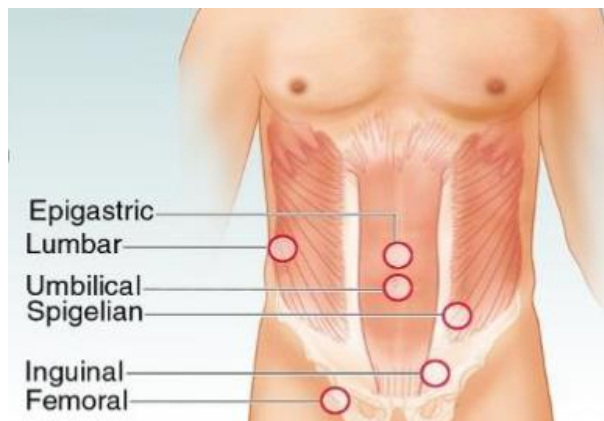
Dijastaza može prouzrokovati neoptimalne strategije držanja, nestabilnosti trupa i pokreta, kreirati neadekvatan prenos sile koji može dovesti do bolnih sindroma uključujući bol u leđima.

Dijastazom su najviše pogođene trudnice i žene nakon porođaja. Ova pojava može biti povezana sa pojavom bola u leđima, a u vezi je i sa urinarnom stres inkontinencijom i drugim stanjima povezanim sa disfunkcijom karličnog dna, što je posledica slabosti ovih mišića. Mišići karličnog dna imaju svoju sfinktersku funkciju, ali oni takodje spadaju u važne posturalne stabilizatore.

Koordinacija mišića lumbalne regije, mišića trbuha i fascije igra začajnu ulogu u kontinenciji, respiraciji i posturalnoj stabilizaciji.

Istraživanja su pokazala da je dijastaza 2,5 puta češća kod pacijenata sa hroničnim bolom u leđima. Pošto je m. rectus abdominis bitan deo kompleksa koji reguliše intraabdominalni pritisak, doprinosi uspravnoj poziciji, stoga je očekivano da dijastaza ugrožava stabilizaciju jezgra. Važno je ispitati da li se obnavljanjem dijastaze ublažava bol u leđima. Istraživanja su pokazala da se intraabdominalni pritisak ne menja značajno posle operacije dijastaze, ali ublažavanje hroničnog bola u leđima da. Razlog je možda u tome što operacija ne menja mišićnu koordinaciju i neuralnu kontrolu intraabdominalnog pritiska. Ovo je više biomehanički, ali ne i neurofiziološki aspekt. Važan rezultat jedne studije je i taj da je dijastaza bila snažno povezana sa povećanim indeksom telesne mase. Ovo sugerise da prekomerna težina može biti mehanizam koji ima veze i sa bolom u leđima.

S druge strane, nije dijastaza recti usamljeni slučaj poremećaja intraabdominalnog pritiska. U slučaju da organi usled povećanog pritiska krenu napred, najčešće dolazi do trbušne ili pupčane kile. Ako krenu nadole, narušava se stabilnost karličnog dna i mogu nastati razni prolapsi, inkontinencija, ili ingvinalna kila. Na gornjoj strani može doći do ugrožavanja dijafragme pa se može javiti hijatalna hernija, a u leđnom regionu dolazi do diskushernije i raznij drugih problema povezanih sa bolom u leđima.



Slika 28: Tipična mesta nastanka hernija usled narušenog intraabdominalnog pritiska.

16. Dinamička neuromuskularna stabilizacija

DNS je novi i jedinstven pristup koji objašnjava važnost neurofizioloških principa u sistemu kretanja. DNS obuhvata principe razvojne kineziologije tokom prve godine života, i ovi principi obuhvataju idealnu posturu, obrazac disanja i funkcionalno centriranje zglobova. Predstavlja skup funkcionalnih testova za procenu kvaliteta funkcionalne stabilnosti kičme i zglobnih stabilizatora, kao i pronalaženje ključne veze disfunkcije.

Primarni cilj tretmana je da se optimizira raspodela unutrašnjih sila mišića koje deluju na svaki segment kičme ili bilo kog drugog zgloba. U ovom konceptu lečenja edukacija i aktivno učešće samih učesnika u procesu oporavka su imperativ za povratak idealne koordinacije duž svih stabilizacionih mišića.

16.1. Sazrevanje centralnog nervnog sistema

Motorička kontrola u subkortikalnom nivou sazreva uglavnom tokom pre godine života. Ovo je uslov za bazičnu stabilizaciju trupa i preduslov za svako fazno kretanje. Na subkortikalnom nivou, orofacijalni mišići i aferentne informacije automatski se integrišu unutar posturalnih obrazaca. Konačno, kortikalni nivo (najviši nivo motorne kontrole) se sve više aktivira. Ljudski, razvojni motorički obrasci, mogu se koristiti u dijagnozi i lečenju disfunkcije lokomotornog sistema.

Novorodjenče je funkcionalno i anatomski nezrelo, sa primitivnim opštim pokretima koji uključuju celo telo i ne služe bilo kojoj posebnoj svrsi. Odsustvo antagonističke ko-aktivacije, što je tipično za rano posturalno ponašanje, ne omogućava segmentarnu stabilnost. Sposobnost novorodjenčeta da drži segment u statičkom položaju protiv gravitacije je vrlo ograničen. Funkcionalno sazrevanje ide ruku pod ruku sa anatomske sazrevanjem i to zavisi, između ostalog, od kontrole CNS-a nad funkcijom mišića.

Kada se završi neonatalni razvojni period (prvih 28 dana nakon rođenja), započinje motorna kontrola na subkortikalnom (drugom) nivou. Da bi se ova posturalna aktivnost dogodila, neophodna je ravnoteža među svim stabilizatorima i optimalne upotrebe potpornih segmenata.

Posle osnovne stabilizacije jezgra u sagitalnoj ravni, javlja se lokomotorna funkcija ekstermiteta i novorodjenče pokreće rotaciju trupa u uzrastu od pet meseci, kada se može okrenuti u bočni položaj.

Centriranje i stabilizacija zglobova. Trening stabilizacije bi trebao biti primarni korak u bilo kom programu rehabilitacije. Pretpostavlja se da su stabilnost kora i bazične lokomotorne funkcije uglavnom pod kontrolom subkortikalnog dela CNS-a, ako je kontrola CNS-a adekvatna, i mišići aktivirani balansirano, onda i svaki pokret automatski dovodi sve zglobove u funkcionalni i centrirani položaj. Zona kontakta između glave zgloba i šupljine je određena pozicijom ligamenta i dobro centrirani zglob ima najveću površinu kontakta, koja omogućava optimalni transfer opterećenja preko zglobne kapsule duž celog kinetičkog lanca. To omogućava maksimalno opterećenje, minimum zatezanja unutar zglobne kapsule i ligamenata, i zaštitu celih zglobnih struktura tokom opterećenja.

Kortikalna funkcija. Kortikalni nivo motoričke integracije je najviši nivo CNS kontrole. Što je bolja percepcija tela, bolji je i kvalitet fizičkog kretanja, veća mogućnost da se izvodi izolovano kretanje u samo jednom segmentu. Čak i sa zatvorenim očima, trebalo bi da budemo svesni svoje percepcije tela. Što je slika tela preciznija, preciznije je i efikasnije kretanje. Vizuelna percepcija i integracija u kortikalnom nivou omogućava nam da oponašamo položaje tela, pokrete ili gestove druge osobe. Vestibularna percepcija je važna ne samo za posturalnu stabilizaciju, već i za percepciju o vertikalizaciji. Ova percepcija je izmenjena kod osobama sa idiopatskom skoliozom.

Izmenjena multisenzorna CNS integracija može rezultirati lošim motornim planiranjem, lošim motornim reedukovanjem ili teškom izvodjenjem lakih zadataka. Takve osobe ne mogu prilagoditi svoju snagu stvarnim mišićnim zahtevima, i obično aktiviraju previše mišića za

stabilizaciju, praveći pokret neefikasnim. Osoba sa izmenjenom senzornom integracijom jedva izvodi selektivne pokrete u samo jednom zglobu i obično imaju velikih poteškoća da opuste posturalne mišiće.

Kod osoba sa slabom integracijom aferentnih informacija (gde je loša slika o poziciji tela ključni problem) savetuje se da se uključi trening percepcije tela u program rehabilitacije..

16.2. Posturalna ontogeneza i integracija sistema kičme, grudi i karlice

Aktivnost posturalnih mišića je genetski predodređena i dešava se automatski tokom sazrevanja CNS-a. Kod novorodjenčadi kosti i zglobovi su morfološki nezreli. Kako CNS sazreva, mišićna funkcija polako nastupa. Svaki položaj zgloba zavisi od funkcije mišića stabilizatora i koordinacije lokalnih i udaljenih mišića koji će osigurati funkcionalnu centralizaciju zglobova u svim pozicijama. Kvalitet ove koordinacije je presudan za funkciju zglobova. Posturalna funkcija i motorni obrasci nisu samo pokazatelji faze sazrevanja, već može ukazati na činjenicu da li je razvoj CNS-a fiziološki ili patološki.

Postura je pojam koji veoma usko povezan sa ranim individualnim razvojem. Kvalitet vertikalizacije tokom prve godine života snažno utiče na kvalitet držanja osobe tokom ostatka života. Tokom rane posturalne ontogeneze, lordotična i kifotična krivina, kao i grudi i pozicija karlice su jasno utvrđeni. Ovaj proces odgovara stabilizaciji kičme, karlice i grudi u sagitalnoj ravni u uzrastu od četiri i po meseci. Ovo je praćeno razvojem fazične funkcije ekstremiteta, kroz ipsilateralni i kontralateralni obrazac. I ipsilateralan i kontralateralan obrazac počinju sa razvojem istovremeno, kada je stabilizacija u sagitalnoj ravni potpuno završena, što fiziološki potpuno odgovara starosti četiri i po meseca. Aktiviranje stabilizatora je automatsko i podsvesno („free-forward“ mehanizam) i prethodi svakom svrsishodnom kretanju. Bilo koji svrsishodan pokret utiče na posturu u globalu, a to držanje naknadno utiče na kvalitet faznog pokreta (dinamičkog). Integrirani stabilizacioni sistem kičme se sastoji iz dobro izbalansirane aktivnosti između dubokih fleksora vrata i ekstenzora vrata i gornjeg torakalnog dela. Stabilnost donjeg torakalnog i lumbalnog dela zavise od proporcionalne aktivnosti između dijafragme, karličnog dna i svih delova trbušnog zida i ekstenzora kičme. Dijafragma, karlično dno i trbušni zid regulišu intraabdominalni pritisak, koji obezbeđuje lumbalnu posturalnu stabilnost.

Između četiri i šest nedelja starosti javlja se prva posturalna aktivnost. Novorođenče počinje da podiže glavu (dok leži na stomaku) i noge (kad je na leđima) nasuprot gravitaciji i dijafragma počinje da ispunjava svoju dvostruku funkciju, kao respiratorni i posturalni mišić. Dvostruka funkcija dijafragme je veoma važna za sve kretne aktivnosti, a posebno tokom sportskih performansi.

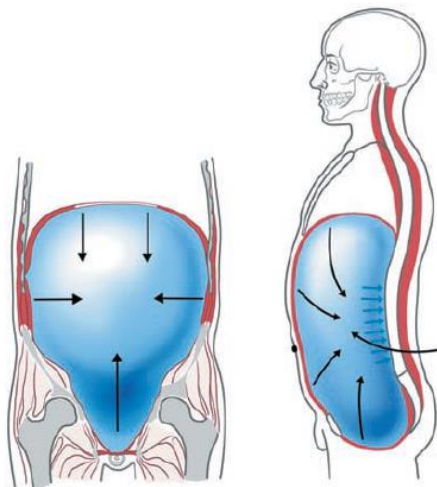
Pod patološkim uslovima, mogu se uočiti: nedovoljna posturalna funkcija dijafragme, nenormalno regrutovanje i tajming između dijafragme i abdominalnih mišića, netipična inicijalna pozicija grudni (zbog neuravnotežene aktivnosti između gornjih i donjih stabilizatora grudni, sa dominantnim gornjim stabilizatorima), i preaktivirani površinski ekstenzori kičme.

DNS pristup se zasniva na poredjenju obrasca stabilizacije odrasle osobe i razvojnog obrasca stabilizacije zdravog deteta. Na primer, poredi se pozicija kad osoba leži na leđima, sa podignutim nogama iznad stola, i ležeći na stomaku, tokom testa ekstenzije trupa. Osnovni cilj u DNS-u je uticaj na mozak, koji mora biti adekvatno stimulisan i koordinisan da se automatski aktiviraju potrebni optimalni obrasci pokreta za ko-aktivaciju stabilizatora. To se postiže aktivacijom stabilizatora prilikom postavljanja osobe u primarni razvojni položaj. Kako program napreduje i postaje više zahtevan, ovi idealni obrasci kretanja dolaze pod voljnu kontrolu (kortikalnu), koja zahteva manju pomoć trenera. Konačno, kroz ponavljanje vežbi, centralna kontrola uspostavlja automatski model koji postaje osnovni deo svakodnevnog pokreta. Integracija idealnog obrasca stabilizacije u sportskim aktivnostima ne samo da smanjuje rizik od povrede i sekundarne sindrome bola koji su posledica preopterećenja, već poboljšava i sportske performanse.

Kontrola CNS-a i pridruženi programi igraju ključnu ulogu u pravilnoj integraciji mišićnih lanaca. I u statičkim i u dinamičkim uslovima, pojedinačni segmenti moraju se stabilizovati koordiniranom aktivnošću između agonista i antagonista. Drugim rečima, ko-aktivacija je neophodna i mora se trenirati. Takođe, važno je trenirati mišiće i u otvorenom i u zatvorenom kinetičkom lancu.

Ova stabilizaciona funkcija uvek prethodi bilo kom fazičnom (svrsishodnom) kretanju. Disfunkcija se često javlja kada je mišić dovoljno jak u svojoj fazičnoj funkciji (anatomskoj), ali je slab u posturalnoj (stabilizirajućoj) funkciji, što rezultuje posturalnoj nestabilnosti. Loš obrazac stabilizacije se lako fiksira u CNS-u, pošto je stabilizacija automatska i podsvesna funkcija.

Stereotipna, ponavljana preopterećenja zbog lošeg obrasca stabilizacije je čest primarni uzrok poremećenih kretanja i bolnih sindroma. Svaka loša metodologija i praksa će ojačati loš stereotip.



Slika 29: Šema stabilizacije cervikalnog i torako-lumbalnog regiona (Liebenson, 2015).

DNS princip je zasnovan na poredjenju obrasca stabilizacije odrasle osobe sa obrascem koji je tipičan za fiziološki razvoj deteta. Zdravo dete koristi idealnu mišićnu sinergiju za stabilizaciju kičme, karlice i grudnog koša u različitim položajima. DNS je baziran na razvojnim pozicijama i obuhvata skup funkcionalnih testova za procenu kvaliteta stabilizacije, kao i prepoznavanje disfunkcija. Cilj je postizanje optimalne koordinacije mišića postavljanjem osobe u različite razvojne položaje dovodeći zglobove i segmente u funkcionalno centrirani položaj. Prvo se pacijent manuelno i verbalno usmerava kako bi prepoznao razliku između loših i optimalnih stabilizirajućih stereotipa. Zatim se daju instrukcije da se održava optimalni obrazac u različitim položajima, a kasnije tokom pokreta. S obzirom na to da je obrazac stabilizacije usko povezan sa obrascem disanja, DNS procena uvek obuhvata i procenu obrasca disanja. Tako da se istovremeno rade i stabilizirajuće i srespiratorna funkcija. Krajnji cilj DNS-a je da nauči osobu integraciji optimalnog obrasca disanja i stabilizacije tokom dnevnih aktivnosti i sportskih performansi.

Idealno početno držanje je preduslov za izvođenje svake vežbe. U DNS pristupu, početni položaj je usko povezan obrascu sagitalne stabilizacije. Idealna postura iz razvojne perspektive je prisutna kod beba starosti četiri i po meseci, kada je sagitalna stabilizacija završena. Idealna mišićna koordinacija je maksimizirana i obezbeđuje najbolju moguću biomehaničku prednost za kretanje i performanse mišića. Ova početna pozicija može značajno uticati na izvršenje pokreta.

Test stabilizacije ležećem položaju na ledjima - sa 90 stepeni u kuku i kolenima, iznad podloge. Osoba treba da pokuša da održi dobru poziciju, dok se podrška za noge postepeno uklanja, uz posmatranje obrasca stabilizacije. Ovaj stav se upoređuje sa fiziološkim držanjem bebe, starosti četiri i po meseca.

Treba obratiti pažnju na sledeće:

- Glava je u neutralnom položaju gde je linea nuche (potoljačni deo) prirodna zona opterećenja; ako gornji deo glave služi kao potporno područje, često je u korelaciji sa hiperekstenzijom u vratnom delu, sa hiperaktivnošću kratkih ekstenzora vrata.

- Aktivnost površinskih mišića vrata je nepotrebna u ovom položaju. Površinski mišić, m. sternokleidomastoideus, skalenski mišići, gornji snopovi m. trapeza, pektoralisi – treba da se opuste.

- Ramena treba da su opuštena i ne treba ih podizati ili postavljati u položaj protrakcije. Podignuta ramena su najčešće povezana sa hiperaktivnim stabilizatorima gornjeg dela grudnog koša – m. sternokleidomastoideus, skalenski mišići, gornji snopovi m. trapeza, pektoralisi.

- Grudi treba da budu u neutralnom položaju; treba da postoji ravnoteža između gornjih stabilizatora grudi i donjih stabilizatora grudi – oblikusi, dijafragma, m. transversus i m. rektus abdominis. Najčešća opažajna patologija je grudni koš u kranijalnom položaju (inspiratornom) zbog preaktivnih gornjih stabilizatora. Zato treba palpirati donje i lateralne delove rebra i pritiskom ih vratiti nadole. Grudi treba da su fleksibilne. Ako su grudi rigidne, opuštanje mekog tkiva treba da bude preduslov za dalji trening. Zadnji uglovi donjih rebra bi trebalo da stoje u kontaktu sa stolom, kao što se i nalaze, posteriorno, u odnosu na kičmu. Međutim, kada ovi uglovi nisu u idealnom položaju, javlja se zakrivljenost ledja.

- Abdomen – test proporcionalne aktivacije svih delova. Treba palpirati postero-lateralne delove (često nedovoljno aktivni), zatim, gornje delove m. rektus abdominis (često preaktivan), i deo abdomena iznad prepona (često nedovoljno aktivan). Dijastaza je znak nedovoljne sagitalne stabilizacije. Torakolumbalni spoj treba da bude u kontaktu sa podlogom.



Slika 30: Test stabilizacije iz ležećeg položaja na leđima (Liebenson, 2015).

Test stabilizacije u ležećem položaju na stomaku. Postaviti osobu u položaj na stomaku, koja odgovara zdravoj bebi uzrasta četiri i po meseca. Zatražiti od osobe da malo podigne glavu i pratiti sledeće:

- Glava je u neutralnoj poziciji, podignuta je samo nekoliko centimetara od poda.
- Vrat: kada se glava podigne, ekstenzija bi trebalo da počne od središnjeg torakalnog dela (T3/4/5 segment). Hiperekstenzija glave i vrata su često flektirani. Ovaj loš obrazac je često povezan sa nedovoljnom koaktivacijom dubokih fleksora vrata. Uporediti ovo držanje i držanje zdravog deteta gorepomenutog uzrasta, i videćemo perfektno izdužene kičmenog stuba, uključujući i vratni deo.
- Ruke. Medijalni epikondilusi služe kao oslonac telu. Ramena bi trebalo da su opuštena, i osoba ne treba da ih podiže.
- Lopatice: treba ih fiksirati u položaju ravnoteže između gornjih i donjih stabilizatora i između aduktora i abduktora lopatica, tako da one budu priljubljene za grudni koš. Podignute lopatice znak su dominacije gornjih stabilizatora. Druga mogućnost su „krilate lopatice“, ili slabost donjeg ugla lopatice.
- Torakalna kičma. Treba posmatrati dužinu kičme. Palpirati srednji torakalni deo tokom podizanja glave. Normalno je da se oseti segmentarno pomeranje između T3/4/5/6.
- Trbušni zid: palpirati laterodorsalni deo koji bi trebalo da se malo aktivira ispod prstiju. Ispupčeni bočni zidovi trbuha znak su nedovoljne sagitalne stabilizacije.
- Karlica (stabilizovana u neutralnom položaju): I anteriorni i posteriorni tilt nisu normalna pojava. Dok osoba ide u ekstenziju, polako palpirati sakrum. Sakrum treba da je stabilizovan i fiksiran tokom pokreta. Ako se nagne ventralno (napred) oslabljena je regulacija intraabdominalnog pritiska. Preponska simfiza i gornje bodlje su oslonac.

- Noge. Posmatrati zadnju ložu i list tokom ekstenzije. U toku početne faze ekstenzije, ovi mišići bi trebalo da su prilično opušteni.



Slika 31: Test stabilizacije u ležećem položaju na stomaku (Liebenson, 2015).

Bazične vežbe

- Ležeći na leđima, kolena i kukovi iznad stola pod uglom 90 stepeni. Ova pozicija odgovara poziciji deteta koje je u mogućnosti da drži podignute noge. Ovo je temeljna pozicija za dalje napredne pozicije i pokrete. Svi mišići trupa (trbušni mišići, leđni mišići, dijafragma, karlično dno) su dobro koordinirani za integrisanu stabilizaciju kičme, što je osnovni preduslov za svaki pokret.

U ovoj početnoj poziciji leđa, glava, grudi, kičma i karlica su u neutralnom položaju. Glava je oslonjena na pod preko linea nuche, vrat je neutralan, cela kičma održava kontakt sa podlogom, bez hiperekstenzija. Ramena i ruke su opušteni.

Kukovi i kolena su u fleksiji 90 stepeni. Počinje se sa podrškom ispod listova, a kasnije se ta podrška uklanja.



Slika 32: Početna DNS pozicija. Ukoliko se ukloni podrška, kukovi moraju ostati dobro pozicionirani (fleksija 90 i blaga spoljasnja rotacija). Vežba se prekida ukoliko se pojavi ekstenzija u leđjima ili ako subjekt nije u stanju da zadrži ovakvu poziciju kukova i kolena (Liebenson, 2015).

Nakon nekoliko regularnih udaha, postaviti grudi u relaksiranu poziciju prema kukovima. Uдахnuti i usmeriti udah u karlicu (karlično dno). Postaviti ruke na karlicu kako bismo bili sigurni da udahn ide ka preponama i povećava tenziju mišića u toj regiji. Nastaviti ovu aktivnost sa sve disanjem. Postepeno, odici jednu nogu, a zatim drugu iznad podrške. Ponoviti ovo 3-5 puta sve dok su svi delvi tela koordinirani i u ispravnom položaju. Vežba se može otežati pomeranjem noge u ekstenziju.

Greške koje se mogu javiti su: podizanje ramena (protrakcija), hiperekstenzija glave i vrata, podizanje grudi i rebara, uvlačenje stomaka, prekomerni napor, zadržavanje daha.

Modifikacija vežbe sa Thera-Band trakom.

Početna pozicija je identična kao u osnovnoj. Traka je omotana malo ispod kolena, prelazi preko prednje na zadnju stranu i dolazi napred do bedara (tik iznad kolena), a zatim se drži omotana dva puta oko šaka. Laktovi su savijeni 90 stepeni.

Zadržati osnovni neutralan položaj. Plasirati udah u područje iznad prepona. Izvodi se supinacija ruku i istovremena spoljašnja rotacija u ramenima.

Greške koje se mogu javiti su: zadržavanje daha, ekstenzija kičme, podizanje grudi, unutrašnja rotacija kolena i kukova.



Slika 33: Početna DNS pozicija otežana korišćenjem trake; zadržava se optimalna pozicija svi delova tela dok se izvodi spoljašnja rotacija u ramenima (Liebenson, 2015).

- Ležeći na stomaku.

Novorođenče od četiri i po meseci je u mogućnosti da dovede svoje laktove ispred ramena, da se oslanja na unutrašnje epikondiluse laktova, i podigne glavu sa izduženim vratom i torakalnom kičmom. Ovaj pokret je izvodljiv samo kada zadnji i prednji mišići torza rade u odgovarajućoj ko-aktivaciji i kada su mišići ramenog pojasa dobro koordinisani m. seratus anteriorom i dijafragmom koji održavaju rameni pojas u neutralnoj poziciji, kaudalnoj.

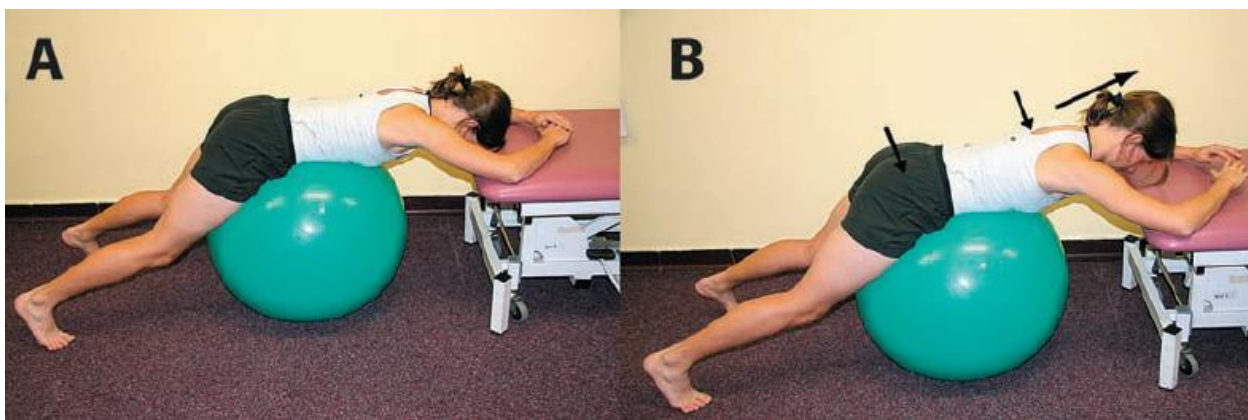
Početna pozicija je sa laktovima ispred, u nivou ušiju i glava je oslonjena na čelo. Ramena postaviti kaudalno i široko, bez retrakcije. Trup je oslonjen na nivou simfize ili gornji bedrenih bodlji. Vežbu započinjemo podizanjem glave sa vratnim delom i gornjim torakalnim delom. Pokret započinje u srednjem torakalnom delu, između lopatica. Greška je ukoliko se javi hiperekstenzija vrata, podizanje ramena ka ušima ili protrakcija ramena, retrakcija ramena, hiperekstenzija torakolumbalnog spoja ili lumbalne kičme sa prednjim nagibom karlice.



Slika 34: Bazična ležeća pozicija na stomaku. Iz početne pozicije (slika levo), vežba se izvodi podizanjem glave i pravom cervikalnom i torakalnom kičmom, a pokret iniciran u prostoru između lopatica (Liebenson, 2015).

Modifikacija ove vežbe može se izvesti tako što se laktovi i podlaktice oslone na ivicu stola, sa torzom koji je na pilates lopti, a stopala blago oslonjena o pod. Vežbu izvodimo laganim guranjem ramena nadole dok laktove lagano pritiskamo o klupu dok podižemo glavu, a istovremeno karlicom blago pritiskamo loptu.

Greška je ukoliko se podignu ramena, hiperekstenzija u donjem torakalnom i lumbalnom delu, kao i fleksija u lumbalnom delu sa zadnjim nagibom karlice.



Slika 35: Modifikacija bazične vežbe na stomaku. (A) Inicijalna pozicija sa laktovima oslonjenim na klupu, sa karlicom oslonjenom na lopti. (B) Tokom vežbe, glava se podiže sa klupe, sa ekstenzijom koja počinje od sredine torakalnog dela, dok se karlica blago potiskuje u loptu (Liebenson, 2015).

Sedenje na boku (sedam meseci).

Ova vežba trenira stabilizacionu funkciju ramena koje je oslonac i funkcionalnu interakciju mišića ramenog pojasa i donjeg dela torza.

Početna pozicija je u sedećem položaju na boku, kada se podlaktica koristi za podršku, i odgovara bočnom sedećem položaju odojčeta od sedam meseci. Oslonac je, dakle, na podlaktici (lakat je tačno ispod ramena) i na boku. Gornja noga je podržana sa prednje strane, ispred noge koja je oslonac, unutrašnjom stranom kolena ili stopalom. Cela kičma je prava, uključujući vrat i glavu.

Vežba se izvodi tako što donje rame udaljimo od glave, a zatim se gornja ruka podiže iznad ramena i ceo trup se rotira napred. Bočni deo koji je bio oslonac pomera se prema kolenu. Izvodi se 3-5 ponavljanja, tj. onoliko dugo koliko su svi segmenti koordinisani i održavaju odgovarajuću poziciju. Moguće greške – ukoliko se donje rame (koje je oslonac) podigne ka glavi ili ode u protrakciju, ili ukoliko kičma nije prava, već je u hiperekstenziji ili je ugnuta.



Slika 36: (A) Početni bočni sedeći položaj, sa nogom oslonjenom na medijalnom kondilu kolena. (B) Rotacija trupa sa izdizanjem gornje ruke, zadržava se oslonac na gornjoj nozi preko unutrašnjeg

kondila. (C) Podizanje karlice u bočni sedeći položaj tako što se smanjuje površina oslonca sa boka na samo lateralni kondil kolena (Liebenson, 2015).



Slika 37: (A) Početni bočni sedeći položaj, sa potkolenicom oslonjenom na podu. (B) Rotacija trupa sa ispruženom rukom prema napred (gornja noga se oslanja stopalom o pod). (C) Podizanje karlice u bočni sedeći položaj, a oslonac se pomera sa boka na bočno kondil kolena donje noge. Strelice na potpornoj strani pokazuju da lopatice treba da budu fiksirane u kaudalnom i abduciranom položaju. Obratiti pažnju na obrazac skapularne stabilizacije – donja, potporna lopatica je u kaudalnoj poziciji, ležeći uz grudni koš, dok je medijalna ivica paralelna sa kičmom (ne sme biti podignuta ili izbačena „winging scapulae“), (Liebenson, 2015).

Modifikacija vežbe sedeći na boku (sa podrškom ruke).

Ova vežba odgovara kosom sedećem položaju, sa podrškom ruke, osmomesečnom novorodjenčetu. Ruka koja je oslonac je postavljena u liniji sa karlicom, blizu boka. Donja noga (koja je oslonac) je u polufleksiji u boku i u kolenu, a gornja noga je oslonjena na stopalo postavljeno ispred donjeg kolena. Kičma je ravna. Vežba se izvodi tako sto se donje rame drži spušteno ,a druga ruka se podiže. Isto tako, podiže se i karlica, a oslonac pomera sa boka na spoljašnje kondilo kolena i na stopalo gornje noge. Kretanje se nastavlja napred okretanjem trupa prema četvoronožnom položaju. Greške podrazumevaju podizanje ramena, ekstenziju ili fleksiju kičme, hiperekstenziju lakta (ruke koja je oslonac), disproporcionalni oslonac na ruci koja je oslonac (veći oslonac na tenaru ili hipotenaru).



Slika 38: (B) Početna pozicija vežbe uz podršku druge ruke. (C) Izvodjenje vežbe kroz podizanje karlice i prebacivanje težišta na koleno. (D) Stabilizacija ramenog pojasa (lopatice ne smeju biti u „winging“ poziciji“ (Liebenson, 2015).

Napredne vežbe

Četvoronožna pozicija.

Početna pozicija na sve četiri je osnovna pozicija za puzanje, kada novorođenče dosegne starost od devet meseci. Ova vežba je važna kod održavanja ispravljene (neutralne) kičme, dok su ekstremiteti stabilizovani u zatvorenom kinetičkom lancu. Ova četvoronožna pozicija je korisna kod sportista koji treniraju sposobnost da isprave kičmu uz aktivaciju ramena, kukova i stabilizatora trupa (mišići trbuha, leđa, dijafragma i karlično dno).

Kako bi se četvoronožna pozicija izvodila kvalitetno, kao i puzanje, delovi tela moraju biti adekvatno poravnati: rameni pojas pozicioniran preko dobro oslonjenih ruku u potpuno neutralnom/centriranom položaju (jednako na tenarnom i hipotenarnom području).

Zglobovi kuka su u blagoj spoljašnjoj rotaciji, pozicionirani iznad kolena, dok potkolenica i stopalo konvergiraju. Cela kičma i trup su pravi.

Vežba se izvodi tako što se pritisne desnom rukom i levim kolenom (potkolenicom) prema dole i drži se nekoiko sekundi. Uraditi isto na suprotnoj strani. Ponoviti 3-5 puta, samo ukoliko je telo u liniji. Pomeriti trup napred/nazad 3-5 puta. U isto vreme, držati ramena dalje od ušiju i fokusirati se na izduženje kičme. Greške – podizanje i protrakcija ramena, pregib trupa, ekstenzija kičme (lordoza), hiperekstenzija lakta, disproporcionalna raspodela težine na šakama.



Slika 39: (B) Četvoronožna pozicija – početni položaj. (C) Pomeranje trupa napred-nazad (Liebenson, 2015).

Položaj medveda.

Ovaj položaj je prirodni prelazni položaj odojčeta starog između deset i dvanaest meseci. Beba koristi ovaj prelazni položaj da predje sa kolena u čučanj, a potom da ustane. Ova vežba je korisna za treniranje stabilizatora ramena sa koordiniranim učešćem trupa i mišića karlice.

Početna pozicija je na šakama i stopalima. Ruke su opterećene podjednako tenarnom i hipotenarnom aspektu. Ramena su tačno iznad šaka, stopala su oslonjena na prednji deo stopala ili na celom stopalu (napredna verzija), kukovi i kolena su blago savijeni, a karlica je postavljena nešto više nego glava. Kičma je izdužena bez ikakvih pridruženih fleksija ili hiperekstenzija.

Vežba se izvodi tako što pritisnemo pod desnom rukom i levom nogom, a istovremeno voditi računa o pravoj kičmi. Isto uraditi na drugoj strani. Vežbu ponoviti nekoliko puta.

Pritisnuti pod desnom rukom i levom nogom, polako podići suprotnu ruku i nogu, pri tom zadržavajući ravan položaj cele kičme i neutralnu poziciju grudi sve vreme.

Greške – disproporcionalno rasporedjena težina na šakama, podignuta ramena ka ušima, protrakciju ramena, pregibanje trupa, kičma u kifozi ili lordozi, unutrašnja rotacija kukova sa valgus kolenima, prebacivanje težine na medijalnu stranu stopala, propadanje kukova na strani podignute noge.



Slika 40: (B) Medvedja pozicija – početni položaj (prelaz iz četvoronožnog položaja u stajanje). (C) Izvodjenje vežbe – podići jednu nogu dok kičma ostaje prava i u liniji sa karlicom. (D) Podići jednu ruku dok kičma ostaje prava, u nivou ramena (Liebenson, 2015).

Čučanj.

Čučanj je prelazna pozicija ili pozicija za igru, za novorođenčad stariju od dvanaest meseci. Vežba se koristi za trening koordinacije trupa i mišića kukova (idealni trening koaktivacije između dijafragme i karličnog dna). Precizno poravnanje tela i fokus na pokret su veoma važni.

Početna pozicija. Neophodno je stajati razdvojenih stopala, u širini kukova. Kičma, grudi i karlica su u neutralnoj poziciji. Vežba se izvodi polako, sa uspravnom kičmom i kolenima postavljenim u liniji iznad palčeva (kolena ih ne smeju preći). Postepeno spuštati kukove do nivoa kolena dok se ruke drže relaksirano pored tela ili lagano posežući napred. Zadržati poziciju nekoliko respiratornih ciklusa, dok se udah usmerava u donje i bočne delove grudi i niže ka karličnom dnu.

Greške – unutrašnja rotacija u kuku dok kolena idu u valgus poziciju, prednji nagib karlice, kifoza, lordoza, sidrasta rebra, podignuta i ramena u protrakciji.



Slika 41: (B) Čučanj pozicija – držati ledja prava, disanje usmeriti na donji i lateralni deo grudi (pogled sa strane). (C) Izbegavati retrakciju lopatica, podignuta rebra, prednji nagib karlice (pogled sa ledja), (Liebenson, 2015).

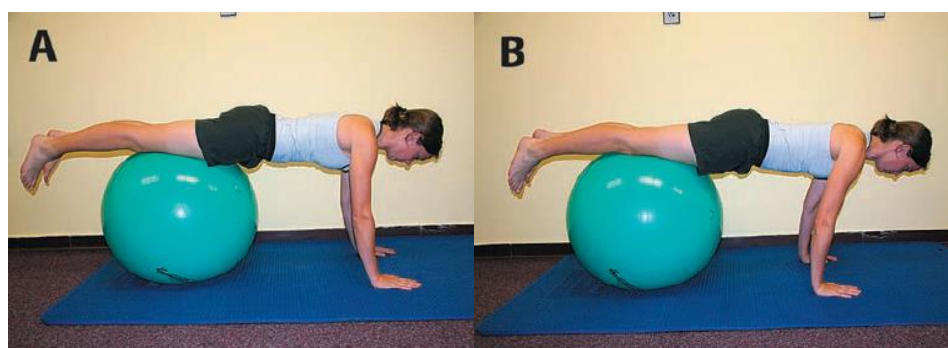
Vežbe prilagodjene učenju sportske tehnike

Bacanje. Ležeća pozicija na stomaku, na lopti, sa bilateralnom podrškom ruku.

Početna pozicija – leći na loptu i rolati se napred do tačke kada su bedra ili kolena na lopti. Glava, kičma i karlica su u horizontalnom položaju. Ova vežba trenira bazični kor i stabilizaciju lopatica koji su preduslov za pokrete bacanja.

Izvodjenje vežbe je na sledeći način – pomeriti telo napred na stabilizovanim rukama koliko god je to moguće, držati kičmu pravom, rameni pojas priljubljen uz grudni koš, a grudi u neutralnom položaju i poravnana sa karlicom u svakom trenutku. Ponoviti kretanje napred-nazad nekoliko puta. Paziti da ruke proporcionalno nose težinu tokom cele vežbe da se spreči preopterećenje tenarnog ili hipotenarnog dela ruke.

Greške – pregibanje torza nadole, podignuta ramena, padanje karlice napred (prednji nagib), hiperekstenzija vrata.



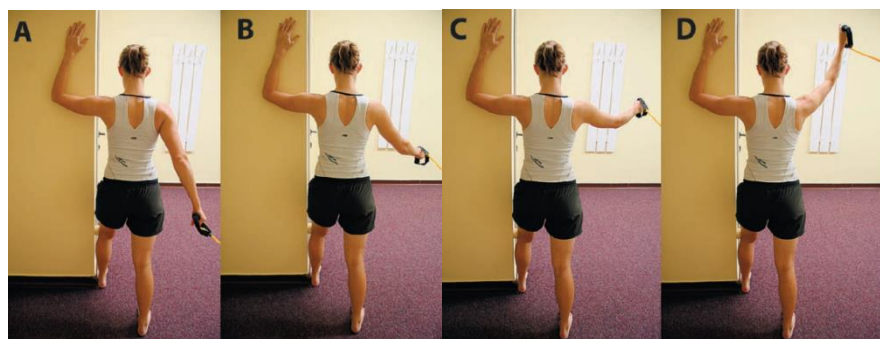
Slika 42: Vežba u uporu na lopti sa bilateralnim osloncem na rukama i nogama koje su oslonjene na loptu. (A) Ramena su u liniji sa šakama. (B) Vežba se izvodi tako što se telo pomera napred dok su ruke fiksirane, a zadržava se celo telo u istoj liniji (Liebenson, 2015).

Vežba sa trakom u stojećoj poziciji.

Stati u ugao i osloniti lakat i podlakticu o zid. Prednja noga je malo savijena u kolenu i lagano pritisnuta uza zid, dok je zadnja noga ispružena u kolenu i opterećenje je u celom stopalu – jednako na lateralnoj i medijalnoj strani.

Vežba se izvodi tako što se pričvrsti traka za slobodnu ruku i povući napred pod različitim uglovima i ravnima ramena.

Greške – podizanje ramena, retrakcija lopatica, hiperekstenzija kičme ili kifoza, sidrasta rebra, valgus kolena u nozi koja je oslonac.



Slika 43: Vežba sa trakom u stojećem položaju, sa podlakticom i kolonom oslonjenim na zid. (A) Povlačenje trake u ravni tela. (B) Povlačenje trake napred sa abdukcijom ramena. (C/D) Povuci traku napred i prema gore (Liebenson, 2015).

Iskorak i stajanje na jednoj nozi.

Početna pozicija uključuje stajanje sa dobrim centriranjem stopala – jednako raspoređena težina i neutralna pozicija karlice, trupa i cele kičme.

Vežba se izvodi tako što se iskorači desnom nogom napred i levom rukom napred, a desnom nazad do horizontale. Prebaciti težinu napred na desnu nogu i opružiti koleno. U ovoj poziciji zamahnuti levom nogom napred i saviti kuk i koleno 90 stepeni, dok se leva ruka dovodi nazad i desna napred. Izvesti nekoliko sporih ponavljanja na svakoj strani.

Greške – hiperekstenzija kičme, sidrasta rebra, ulaženje kolena unutra, koleno noge koja je oslonac treba da bude poravnano sa palcem, podizanje ramena prilikom podizanja ruke.



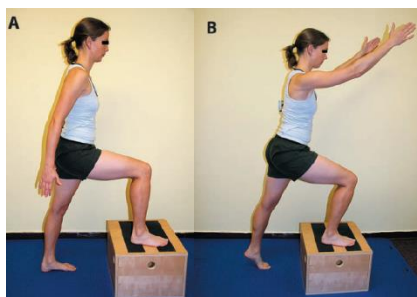
Slika 44: (A) Iskorak napred sa zamahom suprotne ruke. (B) Prelaz iz iskoraka na jednu nogu (Liebenson, 2015).

Iskorak na steper i podizanje.

Iskoračiti napred desnom nogom, otprilike u visini levog kolena. Koleno je pozicionirano iznad skočnog zgloba.

Vežba se izvodi tako što se angažuje prednja noga dok je na zadnjoj nozi oslonac ostao samo na prstima, ali je težina nejednako raspoređena na obema nogama. Prilikom prenošenja težine na prednju nogu zamahnuti obema rukama napred. Ponoviti pokret 5-8 puta polako, vodeći računa o prenošenju težine proporcionalno, centriranju zgloba kolena, i odgovarajuće pozicije torza. Traka može biti omotana oko karlice, pričvršćena iza, kako bi se pravio otpor pokretu, što vežbu čini izazovnijom.

Greške – upadanje kolena unutra, neproporcionalno raspoređeno opterećenje na iskoračnoj nozi, propadanje kuka zadnje noge, hiperekstenzija ili fleksija kičme.



Slika 45: Iskorak na steperu. (A) Početna pozicija. (B) Izvodjenje vežbe – prebaciti oslonac sa opružene (zadnje) noge prema iskoračnoj nozi. Levo stopalo – odlepiti petu od poda, oslonac je u iskoračnoj nozi dok obe ruke idu napred (Liebenson, 2015).

Pliometrijske vežbe.

Početna pozicija. Stati na steper visine 30 cm. Drugi steper postaviti na oko 50 cm ispred, visine 10-15 cm.

Izvodjenje vežbe. Skočiti obema nogama sa višeg stepera (u prostor između dva stepera) i odmah skočiti na drugi steper.

Greške – podizanje grudi, prednji nagib karlice, hiperekstenzija ili fleksija kičme.



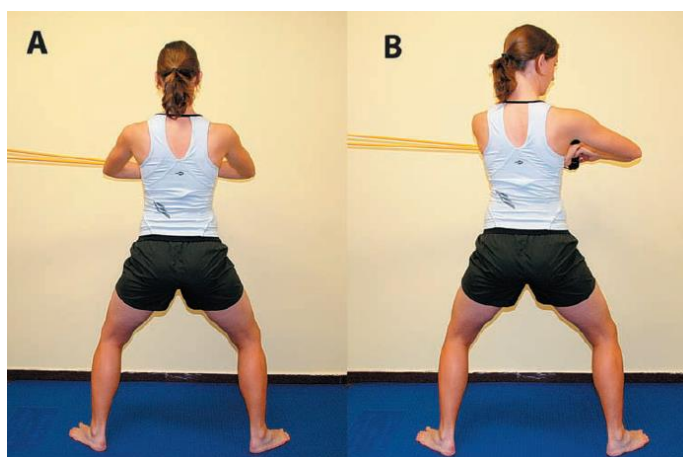
Slika 46: (A) Početna pozicija. (B) Skok sa stepera sa dobrim centriranjem kičme, kukova, kolena i stopala. (C) Skok na drugi stepper nakon brzog odskoka (Liebenson, 2015).

Udaranja. Čučanj i rotacija sa trakom.

Početna pozicija. Neophodno je stajati razdvojenih stopala, sa blago savijenim kolenima i usmerenim upolje. Kičma je prava. Traka je zakačena bočno i slobodan kraj trake se drži rukama ispred grudi.

Izvodjenje vežbe. Rotirati trup kako bi se povukla traka, dok se karlica zadržava u prvobitnom početnom položaju (karlica se ne sme rotirati). Oba stopala držati podjednako opterećenim, i lateralni i medijalni deo. Ponoviti vežbu polako, nekoliko puta, dokle god se održava odgovarajuće telesno držanje.

Greške – gubitak kontakta stopala sa podlogom, rotacija karlice, podizanje ramena.



Slika 47: Čučanj sa rotacijom trupa protiv otpora. (A) Početna pozicija. (B) Izvodjenje vežbe – rotiranje trupa vučenjem trake (Liebenson, 2015).

16.3. DNS principi vežbanja

Što je niža pozicija osobe na podu, to je vežba lakša. Na primer, lakše je trenirati pravilan obrazac disanja na leđjima, nego u četvoronožnom položaju. Što je položaj viši, osoba je

nestabilnija, i vežbe postaju izazovnije. Otuda bi se trebalo kretati od više stabilnih, nižih položaja, ka više stabilnim, višim položajima. Za bilo koju vrstu vežbe uvek birati položaje gde osoba može pravilno održavati sagitalnu stabilizaciju i obrazac disanja.

Da bi se dodatno trenirao fiziološki stereotip stabilizacije, može se dodati otpor u dinamičkim pokretima. Otpor mora biti odgovarajući, tj. onaj koji osoba može da stabilizuje. Ako obrazac stabilizacije ili disanja nije dobar, otpor treba da bude smanjen. Povećanje površine oslonca može pomoći u stabilizaciji. Ako vežbu treba učiniti izazovnijom, smanjiti površinu oslonca (podići jednu nogu ili ruku). Vežbati u različitim položajima. Osoba treba da se fokusira na vežbanje stvaranja svesti o telu.

16.4. Vodič kroz DNS tehniku

1. Prvi korak u tretmanu je treniranje bazične unutrašnje stabilizacije kora (integralnog sistema kičme, grudi i karlice; obrasca disanja; koaktivacija između dubokih fleksora i ekstenzora u vratnom delu; koordinacija između dijafragme, karličnog dna, mišića abdomena i lumbalnih ekstenzora). Stabilizacija kora je preduslov za bilo koju lokomotornu funkciju.

2. Primena ontogenetskih principa: kvalitetna sagitalna stabilizacija i respiratorni obrasci, ipsilateralni i kontralateralni obrazac lokomocije, funkcionalna centracija zglobova, olakšavanje mišićne koordinacije, otpor nasuprot očekivanih „stepping forward“ i „supporting“ pokreta, integracija očiju, orofacijalnog sistema i svih aferentnih impulsa kroz posturalno-lokomotorne obrasce.

3. Razvojni posturalni-lokomotorni modeli se koriste da aktiviraju idealnu mišićnu koordinaciju i stereotip disanja. Ovo može biti unapredjeno pozicijom gde se specifični CNS program adresira i mišići se automatski aktiviraju u njihovoj posturalnoj funkciji.

4. Kada se trenira stabilizaciona funkcija, stabilizacija bilo kog segmenta uključuje mišićne lance koji mogu uključiti mišićnu aktivnost udaljene regije od regije koja se trenira. Svi segmenti koji podržavaju moraju biti funkcionalno centrirani.

5. Posturalna funkcija mora uvek odgovarati fazičnoj sili kretanja. Inače, neispravni, zamenjeni obrasci će biti trenirani.
6. Optimizirati dinamiku trupa i mobilisati grudi ako su krute. Mobilizacija mekog tkiva je uvek potrebna da bi se trenirala idealna stabilizacija i obrazac disanja.
7. Kičma prava. Nedostatak segmentnog kretanja (češće u torakalnom segmentu) često sprečava idealnu stabilizaciju i respiraciju.
8. U aktivnim vežbama, ići u progresiju iz lakših (donje, više stabilne pozicije) u teže pozicije (više, manje stabilne, uz korišćenje otpora).
9. Izbegavati korišćenje pozicija koje osoba nije u stanju da održi i kontroliše. Vežbanje patoloških obrazaca će samo produbiti postojeće probleme.
10. Kada trener sprovodi tretman (manuelno ili verbalno) osoba mora pristupiti vežbanju sa punom pažnjom i svesnošću.

17. Uticaj različitih tehnika stabilizacije na subkortikalnu neuroplastičnost

Stabilizacija jezgra je podsvesna koordinisana aktivnost mišića jezgra za održavanje optimalnog posturalnog držanja. Stabilizacija jezgra je genetski određena i programirana u CNS-u ljudi i uključuje koordiniranu „feed-forward“ aktivaciju dubokih mišića kora (dijafragma, TA, multifidus, karlično dno) i globalne mišiće pre bilo kakvog ciljanog pokreta.

Na neurorazvojnom nivou, novorođenče automatski uči da podigne glavu i noge i tako razvija sagitalnu stabilizaciju kičme i grudnog koša, koja postaje tačka stabilizacije. Ako stabilizacija jezgra nije dobro razvijena, beba može kompenzovati neadekvatnim kretanjem, što se zapaža kod dece sa cerebralnom paralizom ili poremećajem centralne koordinacije, ili kod odraslih sa pojavom bola u leđima.

Pokret uvlačenja trbuha (abdominalni hollowing) i DNS su prepoznate kao tehnike koje mogu pružiti optimalnu stabilnost kičme i smanjiti bol u leđima. Uvlačenje trbuha uključuje svesnu

i selektivnu aktivaciju TA i unutrašnjeg oblikusa kako bi se aktivno poboljšala lumbalna stabilizacija. Sa druge strane, DNS koristi podsvesnu aktivaciju dubokih mišića kora i globalnih mišića kako bi generisao optimalni intraabdominalni pritisak i pripadajuća stabilnost karlice u uspravnom položaju. Jedna studija je pokazala da tehnika uvlačenja trbuha uključuje svesnu neuronsku motornu mrežu..

Rezultati istraživanja sugerišu da su različiti neurofiziološki mehanizmi uključeni u regulaciju stabilizacije jezgra tokom izvodjenja ovih dvaju tehnika. Za razliku od prve tehnike, koji uključuje svesnu, kortikalnu motornu kontrolu, DNS naglašava podsvesnu, subkortikalnu motornu kontrolu dvaju funkcija dijafragme – respiratornu i stabilizacionu. U DNS-u je aktiviran cerebelum, koji posreduje automatsko, podsvesno, implicitno motoričko učenje. Ostale važne podkortikalne mreže aktivirane tokom DNS-a uključivale su BG i talamus. Mreža BG-talamus-cerebelum može igrati važnu ulogu u proceduralnom znanju i učenju, što je vidljivo tokom vežbi stabilizacije jezgra u DNS-u.

Na primer, vežbe stabilizacije jezgra u DNS-u mogu se primeniti za subkortikalno, implicitno ponovno motoričko učenje kod pacijenata sa moždanim udarom i cerebralnom paralizom kod kojih je oštećena kortikalna mreža, ali je subkortikalna mreža relativno očuvana. S druge strane, vežbe stabilizacije jezgra uvlačenjem stomaka mogu biti korisnije za kortikalno, eksplicitno ponovno učenje kod neurolških pacijenata čija je subkortikalna mreža (BG, talams, moždano stablo i cerebelum) ugrožena, a kortikalna oblast pošteđena. Stoga, u zavisnosti od kortikalne ili podkortikalne lezije, treba pažljivo odabrati i tip vežbe za stabilizaciju jezgra.

18. Zaključak

Važnost stabilnosti trupa proizlazi iz činjenice da je trup karika u kinetičkom lancu čija aktivacija prethodi bilo kojoj drugoj aktivaciji ili lokomociji.

Kor se evolutivno razvijao milionima godina i danas je takav zato što je prolazio kroz razne adaptivne promene tokom vremena. Svrha kora je da stabilizuje centar i omogući pokret periferiji. Razumevanje posturalnih poremećaja i njihov uticaj na čovekovu lokomociju omogući će kreiranje trenažnih strategija za njihovu eliminaciju. Smanjenje posturalne kontrole dovodi do kompenzacijskih obrazaca kao i lošeg položaja tokom aktivnosti. To dovodi do povećanog mehaničkog naprezanja na kontraktilnom i nekontraktilnom tkivu i dovodi do ponavljajućih mikrotrauma što posledično dovodi do povrede. Tako da je važna stavka u borbi protiv posturalnih poremećaja stabilan trup.

Ne postoji univerzalna vežba za određeno rešenje, već sveobuhvatan i smislen pristup problemu. Dijastaza rektus abdominis, različite vrste hernija, problemi sa karličnim dnom i bolovi u donjem delu leđa i karlice su simptomi nepravilne sinergije mišića kora, i upravo je traženje uzroka nastanka problema najispravnije rešenje.

Potrebno je vratiti se našem prvobitnom načinu funkcionisanja kora kako bismo lakše mogli da upravljamo našim kretnim obrascima.

19. Literatura:

- 1) Chaitow, L., Bradley, D., Gilbert, C., (2014), *Recognizing and Treating Breathing Disorders*, 2nd ed., Sydney, Toronto;
- 2) Chaitow, L., Bradley, D., Gilbert, C., (2002), *Multidisciplinary Approaches to Breathing Pattern Disorders*, Churchill, Livingstone;
- 3) Cook, G. (2003). *Athletic body in balance*. 1st ed. Champaign: Human Kinetics.
- 4) Kolar, P. (2017.) Prague School - *Dynamic Neuromuscular Stabilization*. / www.dns.com;
- 5) Liebenson, C., (2015), *Functional Training HANDBOOK*, Los Angeles, California, Walters Kluwer;
- 6) McGill, S. (2009). *Ultimate back fitness and performance*. 4th ed. Waterloo, Ontario, Canada: Backfitpro Inc;
- 7) Page F., Frank, C., C., Lardner, R., (2009), *Assessment and treatment of muscle imbalance, The Janda Approach*, Human Kinetics;
- 8) Richardson, C., Hodges, P., Hides, J., (2004), *Therapeutic Exercise for Lumbopelvic Stabilization*. 2nd ed., Churchill, Livingstone;
- 9) Willardson, M., J., (2013), *Developing The Core*, National Strength and Conditioning Association, Australia, Human Kinetics;

