

POKRAJINSKI ZAVOD ZA SPORT I
MEDICINU SPORTA

Osnove funkcionalne anatomije

INTERNA SKRIPTA



Novi Sad

Sadržaj

Sadržaj.....	2
I DEO.....	4
Uvod u funkcionalnu anatomiju.....	4
II DEO.....	5
Mehanički sistemi.....	5
Referentna terminologija.....	5
Referentni termini za smerove.....	5
Mehaničke osobine zglobova.....	6
Vrste pokreta u zglobovima.....	7
Referentne (anatomske) ravni.....	9
Referentne (anatomske) ose.....	9
Terminologija pokreta u zglobovima.....	10
Pokreti u sagitalnoj ravni.....	10
Pokreti u frontalnoj ravni.....	11
Pokreti u trasverzalnoj ravni.....	12
Ostali pokreti.....	13
Pokreti u pojedinačnim zglobovima.....	13
III DEO.....	15
Mišići.....	15
Podela.....	15
Poprečno-prugasto mišići.....	15
Glatki mišići.....	16
Srčani mišić.....	17
Oblik i vrste mišićne kontrakcije.....	17
Mišići koji učestvuju u motorici ekstremiteta.....	23
Kinetički lanci.....	27
Slaba elastičnost mišića.....	28
Kičma - značaj u održanju statike.....	28
Najčešće aktivnosti koje uzrokuju nastanak bola.....	29
Suštinski razlog nastanka lumbalnog bola - mišićna slabost kao posledica inaktivnosti.....	29
Mišićni disbalans.....	29

Fizikalna terapija.....	29
Manipulativne metode - kiropraktika kičmenog stuba.....	30
Kineziterapijske procedure lumbalnog bola.....	30
VIDEO.....	31
Kako jačati pelvitrohanteričnu muskulaturu - VEŽBE.....	31
Prilog vežbi za analizu mišićne kontrakcije.....	36
Analiza - ruka.....	36
Analiza kičmeni stub.....	41
Analiza - noga.....	45
Literatura.....	47

IDEO

Uvod u funkcionalnu anatomiju

Proučavanje oblika i građe živog i zdravog čoveka u vezi s funkcijom svakog organa i sistema organa, cilj je funkcionalne anatomije čoveka. Stoga, funkcionalna anatomija proučava ljudski organizam kao celinu u kojoj se organi i organski sistemi razvijaju i funkcionišu u međusobnoj zavisnosti.

Funkcionalna anatomija sistema za kretanje prikazuje analizu položaja i pokreta ljudskog tela. Omogućava praćenje izvođenja pojedinih pokreta i položaja radi povećanja efekata u bilo kom domenu sporta.

Funkcionalna anatomija izučava tehniku kretanja sportista sa stanovišta biomehanike, fiziologije, kibernetike i drugih nauka. U poslednje vreme, biomehanika sporta stekla je u sportskoj praksi veliki ugled zahvaljujući konkretnim rešenjima u poboljšanju i obučavanju sportske tehnike.

Biomehanička ispitivanja u sportu se u velikoj meri svode na merenja i modeliranje kinematičkih i dinamičkih parametara sportiste. Ispitivanja pokreta sportiste definišu se kao ispitivanja sportske tehnike. Pod pojmom sportske tehnike najčešće se podrazumeva zbir motornih radnji koje se manifestuju po određenom redosledu i u skladu sa biomehaničkim principima i služe za iskorišćavanje motoričkog potencijala sportiste, a u cilju postizanja maksimalnog sportskog rezultata.

Kretanje je osnovna životna pojava. U materijalnom svetu živa bića, među njima i čovek, kreću se po zakonima mehanike. Mehaničko kretanje je promena položaja materijalne čestice u prostoru i vremenu.

Biomehanika sportskih pokreta, pronalazi zakonitosti, koje sa strane mehanike utiču na sportske rezultate. Oblik čovečijeg tela u pokretu je u stalnoj promeni. Rad sile prilikom pomeranja tela utiče na celo telo ili na delove tela, prilikom čega se troši energija. Mehaničko kretanje čoveka se u biomehanici sportskih kretanja izučava preko mehaničkih sila (sila teže, otpor sredine, otpor tla-reakcija, otpor kretanja itd.) i preko rada mišića (funkcionalna anatomija). Rad mišića izaziva hemijske procese, dok je kompleks mišićno-nervne koordinacije rezultat bioloških procesa.

II DEO

Mehanički sistemi

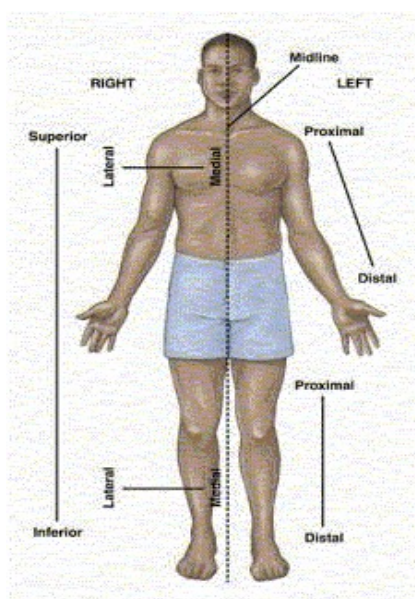
Pre nego što utvrdimo prirodu kretanja, moramo definisati mehanički sistem koji posmatramo. U mnogim slučajevima sistem koji se analizira predstavlja celo telo. U nekim drugim slučajevima sistem koji se analizira predstavlja desna ruka ili lopta izbačena desnom rukom. Prilikom bacanja lopte (kao u rukometu), celo telo vrši opšte kretanje, kretanje ruke koja baca loptu je ugaono, dok je kretanje lopte linearno.

Referentna terminologija

Saopštavanje određenih informacija o ljudskom kretanju zahteva posebnu terminologiju koja tačno određuje položaje tela i smerove.

Anatomski referentni položaj se dobija kada se telo nalazi u uspravnom položaju sa malo razmaknutim stopalima, pri čemu ruke slobodno vise pored tela sa dlanovima okrenutim prema napred. To nije prirodni položaj, ali jeste referentni položaj tela ili polazni položaj u odnosu na koji se definišu termini za kretanje.

Slika 1. Referentni (anatomski) položaj



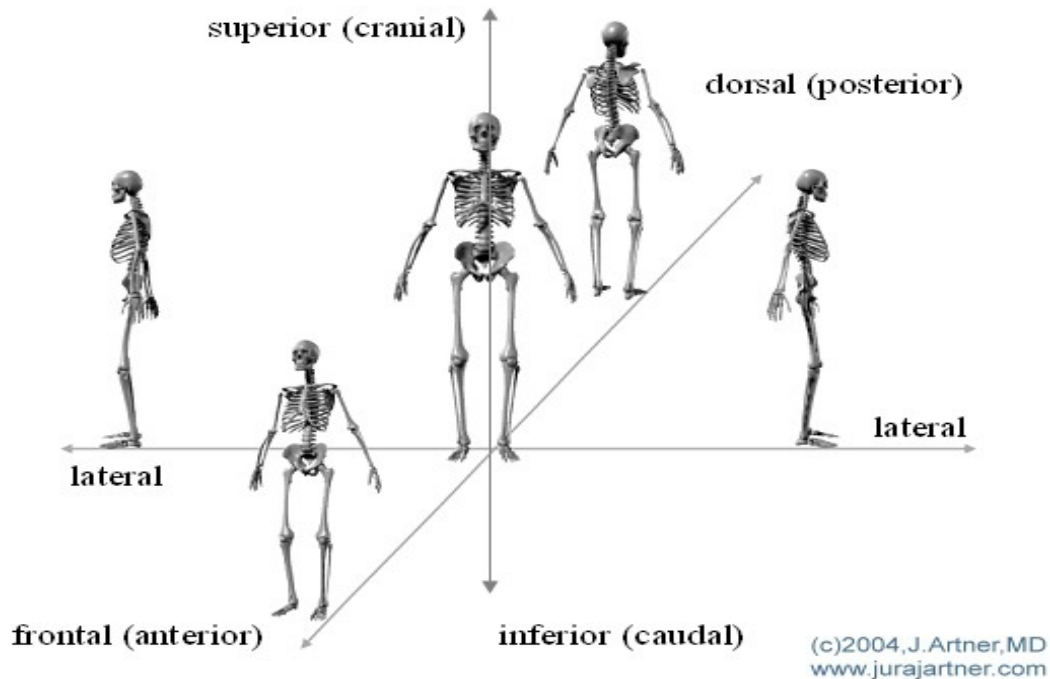
Referentni termini za smerove

- Superiorno: bliže glavi (sinonim u zoologiji - kranijalno)
- Inferiorno: dalje od glave (sinonim u zoologiji - kaudalno)
- Anteriorno: ka prednjem delu tela (sinonim u zoologiji - ventralno)
- Posteriorno: ka zadnjem delu tela (sinonim u zoologiji - dorzalno)
- Medijalno: ka srednjoj liniji tela
- Lateralno: od srednje linije tela
- Proksimalno: bliže trupu (na primer, koleno je bliže u odnosu na skočni zglobo)
- Distalno: dalje od trupa (na primer, zglobo ručja je dalji u odnosu na lakat)

- Superficialno: ka površini tela
- Duboko (profundus): unutar tela i od površine tela

Slika 2. Smerovi koordinatnog sistema u odnosu na čovečiji sistem za kretanje

ATLASOFANATOMY.COM



Mehaničke osobine zglobova

Lokomotorni sistem izgrađuju: kosti, zglobovi i mišići.

Glavni i sporedni elementi zgloba su:

Glavni elementi:

- Zglobne površine – delovi kostiju pokriveni hrskavicom čija debljina zavisi od pritiska koji trpi zglob
- Zglobna šupljina – prostor između zglobnih površina ispunjen sluzavom tečnošću – sinovijom
- Zglobna čahura – sastoji se iz spoljašnjeg sloja (fibrozna kapsula) i unutrašnjeg sloja (sinovijalna membrana)

Sporedni elementi:

- Ligamenti – fibrozne trake koje spajaju zglobne krajeve kostiju i pojačavaju zglobnu čahuru spolja (ekstrakapsularne veze) ili se nalaze u zglobnoj šupljini (intrakapsularne veze)
- Vezivno – hrskavičave ploče – nalaze se unutar pojedinih zglobova; ublažuju udarce, adaptiraju i povećavaju zglobne površine

Radi normalnih funkcija aparata za kretanje, zglobovi treba da poseduju dve osnovne mehaničke osobine: čvrstinu i pokretljivost. Iako ove dve osobine međusobno izazivaju suprotan efekat, ipak je moguće, naročito zbog specifičnih osobina mišićnih vlakana, da svaki pokretan zglob do izvesne mere poseduje obe osobine.

Čvrstina je obezbeđena zglobnim učvršćivačima (stabilizatorima), koji se dele na pasivne i aktivne. U pasivne stabilizatore se ubraja: zglobna čaura, zglobne veze unutar i van zglobne čaure. Negativni pritisak koji vlada unutar zglobne čaure, ima svoju funkciju u stabilizaciji zgloba. Što su pasivni zglobni stabilizatori kraći i jači, zglobu će biti obezbeđena veća čvrstina.

Složeniju ulogu u stabilizaciji zgloba imaju mišići ili aktivni stabilizatori zgloba. Mišići ne moraju da budu kratki da bi zglob bio stabilan, već je neophodno da budu snažni. Ako su stabilizatori duži i pokretljivost je veća. Naime, vežbama za istezanje treba povećati dužine svih stabilizatora; vežbama za jačanje neophodno je ojačati aktivne stabilizatore-mišiće. Samo u tom slučaju će se održati neophodne osobine zglobova. Povećano dužinom stabilizatora omogućuje se pokreti sa velikim amplitudama kretanja, ali će zato snažni mišići biti u stanju da učvrste zglob i ne dozvole da dejstvo spoljašnjih sila bude uzrok povređivanja zgloba.

Svaki zglob poseduje mogućnost kretanja sa većim ili manjim amplitudama. Takve kvantitativne razlike dele pokretljivost na: funkcionalnu i rezervnu.

Funkcionalna pokretljivost je pokretljivost sa manjim amplitudama kretanja koja se manifestuje pokretima u svakodnevnom životu. Međutim, svaki zglob poseduje veću amplitudu od one koja se svakodnevno koristi.

Rezervna pokretljivost je dodatak funkcionalnoj pokretljivosti i omogućava pokrete mnogo većih amplituda nego što su pokreti u svakodnevnom životu. Rezervna pokretljivost se može povećavati sistematskim vežbanjem za jačanje, istezanje i opuštanje mišića, tako da se u svakom zglobu može dostići maksimalna amplituda kretanja za datu konstituciju. Treba je povećavati samo u pravcima gde je ona celishodna. Povećavanjem funkcionalne sposobnosti se povećava i radna sposobnost, čime se povećava mogućnost postizanja boljih rezultata kretanja u sportu.

Da je zglob centar u kojem se vrši pokret potvrđuje i činjenica da svaki zglob, ako je izvesno vreme van upotrebe, gubi pokretljivost. Duže vremena inaktivan zglob (usled povrede zglob je nepokretan zbog gipsane obloge) gubi u velikoj meri pokretljivost usled drastičnog skraćivanja svih stabilizatora (kontraktura). Ukoliko je jedan zglob van upotrebe i preko kritičnog vremena, kontraktura prerasta u ankilozu, tj. zglob gubi svoju osnovnu funkciju, zglobna šupljina se ispuni vezivnim tkivom, a zglobni okrajci srastu.

Vrste pokreta u zglobovima

Zglob predstavlja spoj dve ili više kostiju. Prema mogućnosti kretanja, svi zglobovi u sastavu aparata za kretanje se dele na nepokretne, polupokretne i pokretne.

Nepokretni zglobovi se dele na vezivne, hrskavičave i koštane spojeve. Njihova funkcija je u osnovi statička. Pomoću njih se više vrši pričvršćivanje, nego kretanje.

Polupokretni zglobovi vezuju kratke kosti snažnim zglobnim čaurama i vezama (kosti ručja i doručja, nožja i donožja, kao i kičmenih pršljenova). Amplitude pokreta u tim zglobovima su male. Pomoću njih se u velikoj meri vrši ublažavanje kontakata sa čvrstom podlogom, čime se smanjuju vibracije koštanog dela vezanog za taj deo tela.

Pokretni zglobovi su centri pokreta u aparatu za kretanje. Oni u svojoj kompoziciji obuhvataju najmanje dva koštana okrajka, uglavnom dugih kostiju. Njihova uloga je da ublaže tvrde udare i smanje trenje koje je u zglobovima pri kretanju neizbežno. Kod ovakvih zglobova postoje glavni i sporedni elementi. Glavni elementi zgloba su: zglobna površina, zglobna čaura i zglobna šupljina. Prema pravcima mogućih kretanja, pokretni zglobovi se mogu podeliti na

jednoosovinske (cilindrični ili šarka zglobovi), dvoosovinske (jajasti i sedlasti zglobovi) i troosovinske (loptasti zglobovi) zglobove.

Zahvaljujući pokretima u zglobovima čovek se kreće u sve **tri ravni** prirodnog koordinatnog sistema.

- To su:
- čeaona ili frontalna ravan,
 - profilna, bočna ili sagitalna ravan i
 - horizontalna, transversalna ili vodoravna ravan.

Pokreti u frontalnoj ravni su pokreti levo-desno, a ravan deli telo na prednju i zadnju stranu. Pokreti u sagitalnoj ravni su pokreti napred-nazad, a ravan deli telo na levu i desnu polovinu. Horizontalna ravan deli telo na gornju i donju polovinu, a pokreti su rotacije ili kruženja. Tom prilikom se vrše obrtanja oko sve tri ose tog sistema.

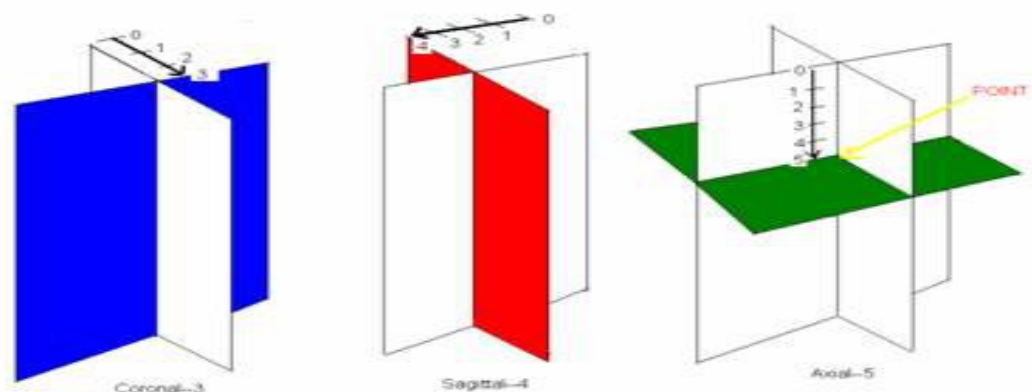
Osnovni pokreti u zglobovima su podeljeni na:

- Pregibanje (flexija)
- Opužanje (extenzija)
- Privođenje (addukcija)
- Odvođenje (abdukcija)
- Okretanje upolje i unutra (spoljašnja i unutrašnja rotacija)

Pregibanje i opušanje se vrše oko čeaone ose u sagitalnoj ravni. Odvođenje i privođenje se vrše oko sagitalne ose i u čeaonoj ravni. Obrtanja se vrše oko vertikalne ose i u horizontalnoj ravni. Svi navedeni pokreti u navedenim ravnima kretanja i osama obrtanja se vrše u odnosu na čovečiji aparat za kretanje, kada se on nalazi u položaju normalnog uspravnog stava.

Na primer, za jednoosovinske zglobove je tipično pregibanje-opušanje; za dvoosovinske zglobove je tipično pregibanje-opušanje, kao i odvođenje-privođenje. Kombinacijom navedenih pokreta, što važi i za troosovinske zglobove, i to redosledom: pregibanje-odvođenje-opušanje-privođenje postiže se kruženje (circumductio).

Za troosovinske zglobove je karakteristično da se u tim zglobovima mogu vršiti kretanja u sve tri ravni i oko sve tri ose prirodnog koordinatnog sistema.



Slika 3. Ravni (frontalna, sagitalna, transversalna)

Referentne (anatomske) ravni

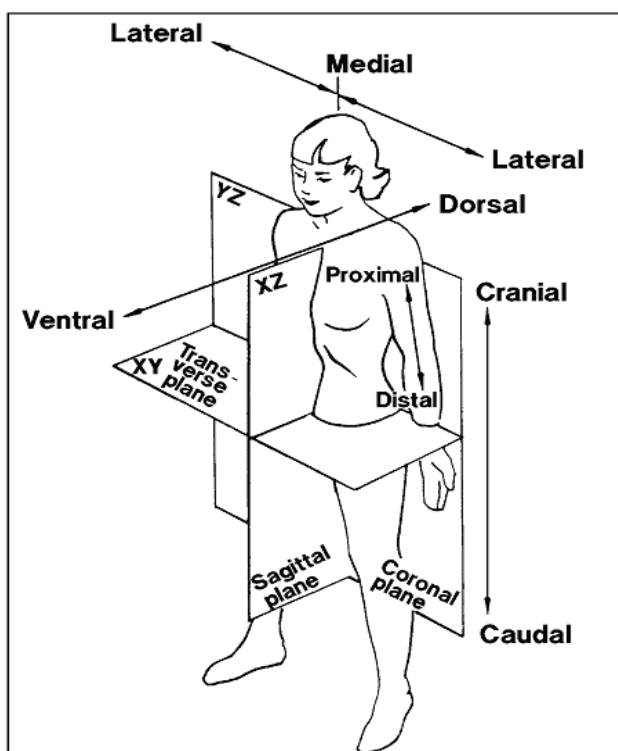
- Sagitalna ravan, koja se naziva i anteroposteriorna ravan, bočna ili profilna, deli telo na levu i desnu polovinu.
- Frontalna ravan, koja se naziva i čeona ravan, deli telo na prednju i zadnju polovinu.
- Horizontalna, transverzalna ili vodoravna ravan deli telo na gornju i donju polovinu.

Kod osobe koja se nalazi u anatomsom referentnom položaju, tri osnovne ravni se međusobno seku u jednoj tački koja se naziva težište tela ili centar mase.

Referentne (anatomske) ose

Postoje tri osnovne ose za opisivanje kretanja i svaka je normalna na jednu od tri ravni kretanja.

- Mediolateralna osa, drugačije se naziva i frontalno-horizontalna osa, normalna je na sagitalnu ravan.
- Rotacija u frontalnoj ravni se vrši oko anteroposteriorne ose ili sagitalno-horizontalne ose.
- Transverzalna ravan rotacije se prostire oko longitudinalne ose, ili vertikalne ose.



Slika 4. Ravni, ose, smerovi u odnosu na koordinatni sistem

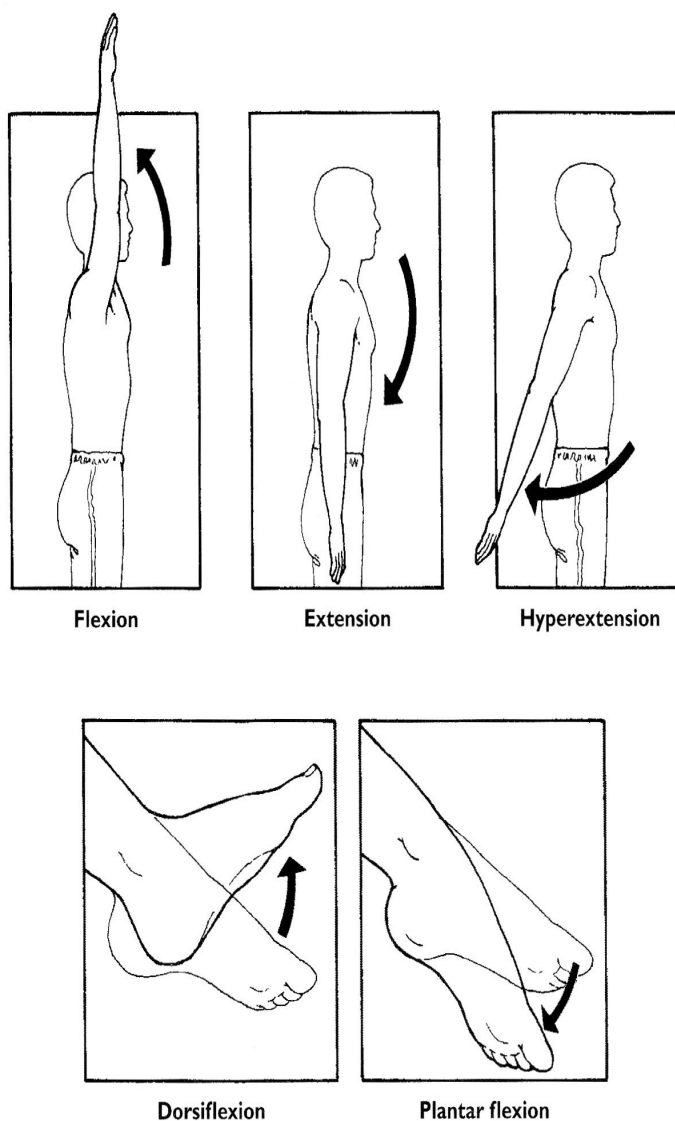
Terminologija pokreta u zglobovima

Kada se telo čoveka nalazi u anatomskom referentnom položaju, smatra se da su svi zglobovi u položaju od 0°. Rotacije delova tela dobijaju ime u odnosu na smer kretanja i mere se kao ugao između položaja dela tela i anatomskog položaja.

Pokreti u sagitalnoj ravni

Iz anatomskog položaja, tri osnovna pokreta koji se vrše u sagitalnoj ravni su:

- fleksija,
- ekstenzija i
- hiperekstenzija



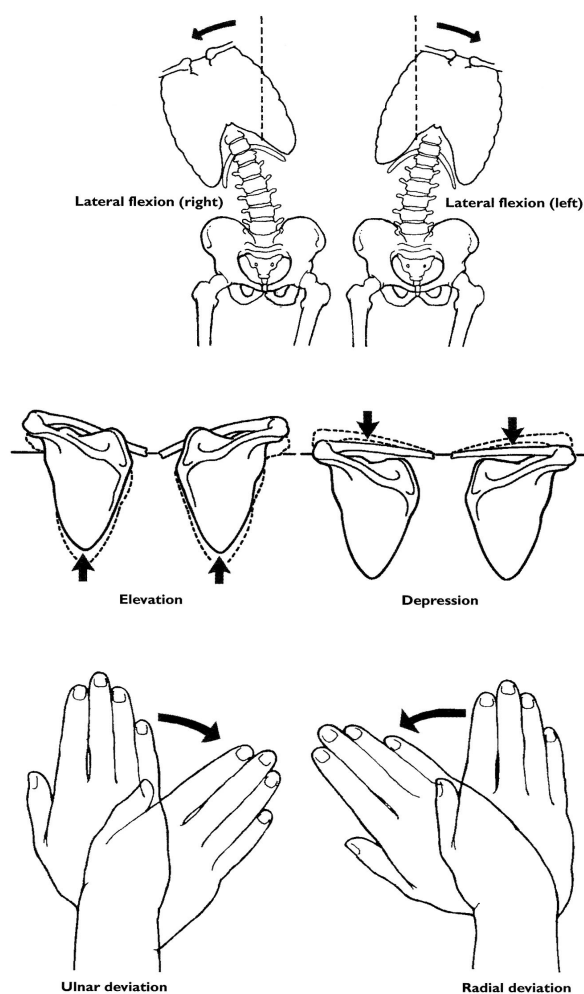
Slika 5. Pokreti u sagitalnoj ravni

Pokreti u frontalnoj ravni

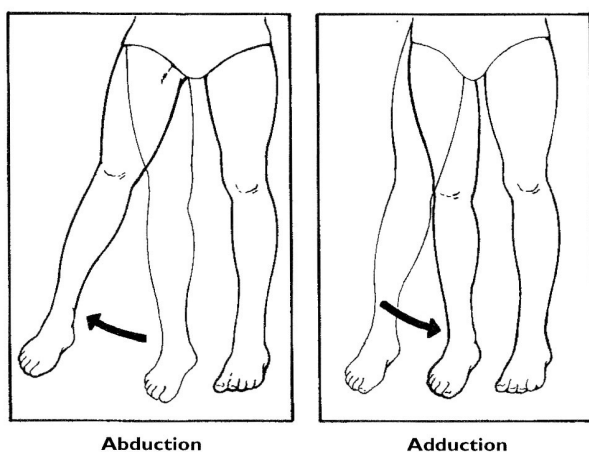
Osnovni pokreti u frontalnoj ravni su:

- abdukcija
- adukcija i
- lateralna fleksija.

Abdukcija odvodi deo tela od središnje linije, dok adukcija privodi deo tela ka središnjoj liniji tela. Ostali pokreti u frontalnoj ravni obuhvataju nagnjanje trupa u stranu, što se naziva desna i leva lateralna fleksija.



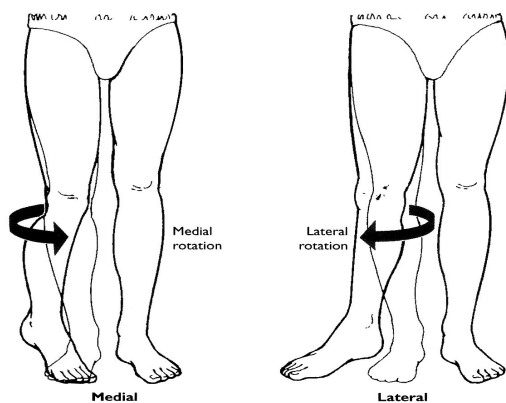
Slika 6. Pokreti u frontalnoj ravni



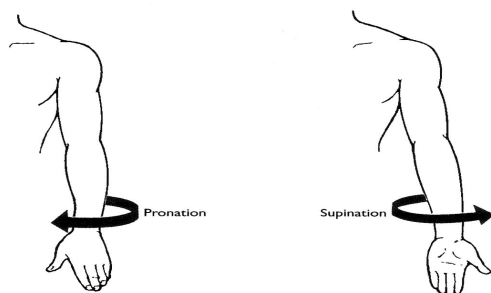
Pokreti u trasverzalnoj ravni

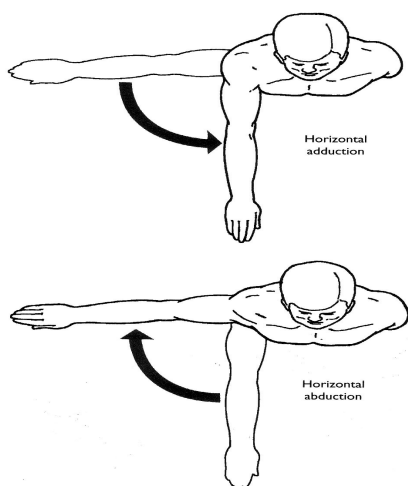
Pokreti tela u transverzalnoj ravni su pokreti rotacije oko longitudinalne ose.

- Rotacija ruke ili noge u celini u transverzalnoj ravni naziva se medijalna rotacija ili **unutrašnja rotacija** što označava rotaciju ka središnjoj liniji tela. Lateralna rotacija ili **spoljašnja rotacija** označava rotaciju od središnje linije tela.
- Spoljašnja i unutrašnja rotacija podlaktka se nazivaju još i **supinacija i pronacija**.
- Pokret u transverzalnoj ravni od lateralnog do anteriornog položaja naziva se **horizontalna adukcija ili horizontalna fleksija**.



Slika 7. Pokreti u transverzalnoj ravni





Ostali pokreti

Mnogi pokreti ekstremiteta se vrše u ravnima koje su postavljene dijagonalno u odnosu na tri osnovne ravni. Obzirom da su ljudski pokreti složeni, imenovanje svake ravni nema velikog smisla. Jedan poseban slučaj opšteg kretanja koje obuhvata kružni pokret nekog dela tela naziva se **cirkumdukcija**. Cirkumdukcija povezuje fleksiju, ekstenziju, abdukciju i adukciju što za posledicu ima trajektoriju oblika kupe.



Slika 8. Cirkumdukcija

Pokreti u pojedinačnim zglobovima

Pokreti u vratnom delu kičmenog stuba - pokreti glave

- Pregibanje napred - anteflexio
- Pregibanje nazad - retroflexio
- Bočno pregibanje - lateroflexio
- Rotacija – rotatio

Pokreti kičmenog stuba

- Pregibanje napred (pretklon) - anteflexio
- Pregibanje nazad (zaklon) - retroflexio
- Bočna pregibanja (otklon) - lateroflexio
- Rotacija (sukanje) - torsio

Pokreti u zglobu ramena

- Pregibanje napred (predručenje) - anteflexio
- Pregibanje nazad (zaručenje) - retroflexio
- Odvođenje (odručenje) - abductio
- Privođenje (priručenje) - adductio
- Spoljašnja rotacija (lateralna rotacija) - rotatio
- Unutrašnja rotacija (medijalna rotacija) - rotation

Pokreti lopatice u zglobu ramena

- Elevacija lopatice
- Depresija lopatice
- Retrakcija lopatice
- Protrakcija lopatice

Pokreti u zglobu lakta

- Pregibanje - flexio (art. Humeroulnare, art.Humeroradiale)
- Opužanje - extensio
- Uvrtanje - pronatio (art. humeroradiale)
- Izvrtanje - supinatio
- Hiperekstenzija - hiperextension (uglavnom kod žena)

Pokreti u zglobu šake

- Palmarna fleksija - pregibanje u smeru dlana
- Dorzalna fleksija - pregibanje u smeru nadlanice
- Radijalna abdukcija - odvođenje šake u polje
- Ulnarna abdukcija - odvođenje šake unutra

Pokreti u zglobu kuka

- Pregibanje napred (prednoženje) - flexio
- Opužanje/pregibanje unazad (zanoženje) - extensio/retroflexio
- Odvođenje (odnoženje) - abductio
- Privođenje (prinoženje) - adductio
- Spoljašnja rotacija (lateralna rotacija) - rotatio
- Unutrašnja rotacija (medijalna rotacija) - rotatio

Pokreti u zglobu kolena

- Pregibanje - flexio
- Opužanje - extensio
- Spoljašnja rotacija (lateralna rotacija) - rotatio
- Unutrašnja rotacija (medijalna rotacija) - rotatiosamo kada je koleno u položaju fleksije!

Pokreti u skočnom zglobu

- Dorzalna fleksija/pregibanje - dorsiflexio
- Plantarna fleksija/opužanje - plantoflexio
- Supinacija/izvrtanje - inversio
- Pronacija/uvrtanje - eversio

III DEO

Mišići

Mišićno tkivo je procentualno najzastupljenije tkivo u organizmu većine životinja i čoveka. Građeno je od visokospecijalizovanih ćelija (miocita), koje imaju sposobnost da transformišu hemijsku energiju u mehanički rad. Na taj način one razvijaju silu neophodnu za pokretanje tela i njegovih delova, promenu veličine i oblika organa i održavanje svih vitalnih funkcija organizma.

Osnovna svojstva mišićnih ćelija su kontraktilnost i ekscitabilnost. Kontrakcija (skraćivanje) se odvija zahvaljujući prisustvu proteina specifične molekulske građe i organizacije unutar miocita. Ekscitabilnost podrazumeva prisustvo receptora na ćelijskoj membrani koji reaguju na stimulaciju, a koji omogućavaju nervnom i endokrinom sistemu da kontrolišu aktivnost mišića.

Podela

S obzirom na citološke karakteristike miocita, inervaciju i način kontrakcije, mišići se dele na poprečno-prugasto (skeletalno), glatko i srčano mišićno tkivo.

Poprečno-prugasto tkivo izgrađuje skeletne i visceralne prugaste mišiće. Njegove kontrakcije su brze, snažne i uglavnom se odvijaju pod kontrolom svesti. Glatko tkivo ulazi u sastav unutrašnjih organa i ono je specijalizovano za dugotrajne kontrakcije slabijeg intenziteta. Uglavnom se kontrahuje spontano ili pod uticajem endokrinog i autonomnog nervnog sistema. Srčano mišićno tkivo gradi najveći deo mase srca, a njegov rad je takođe automatizovan.^[1]

Poprečno-prugasto mišići

Poprečno-prugasto (skeletalno) mišićno tkivo (lat: *textus muscularis striatus*) čini najveći deo mase ljudskog tela (oko 40%). Ono izgrađuje mišiće trupa, udova, lica, vrata, jezika, nepca, ždrela, grkljana, dijafragme, najvećeg dela jednjaka, mokraćne cevi, vagine itd. Ti mišići su odgovorni za kretanje, održavanje pozicije tela, mimiku, govor, gutanje, disanje i druge vitalne funkcije organizma.

Skeletalno tkivo je specijalizovano za kratkotrajne snažne kontrakcije, a inervišu ga motorna i senzorna vlakna cerebrospinalnih živaca što znači da se nalazi pod kontrolom volje (sa izuzetkom jednjaka i dijafragme).

Poprečno-prugaste mišiće izgrađuju dugačke i relativno tanke ćelije cilindričnog oblika, koje se nazivaju i mišićna vlakna. Vlakna su postavljena paralelno i okružena su slojem rastresitog veziva, koje se naziva endomizijum. Veći broj vlakana se udružuje i formira snop, koga okružuje omotač perimizijum. Na kraju, ovi snopovi formiraju mišić i okruženi su još jednim omotačem izgrađenim od gustog vezivnog tkiva, koji nosi naziv epimizijum. Kroz ove omotače prolaze krvni sudovi i živci.

Mišićne ćelije su dugačke od 1 -{mm}- do 12 -{cm}-, a imaju promer 10-100 -{µm}- . U njihovoj sarkoplazmi se nalaze brojna ovoidna jedra, veliki broj organela i mišićna vlakanca (miofibrile). Jedna od glavnih mikroskopskih karakteristika ovih ćelija je ispruganost u

poprečnom pravcu. Ovaj optički fenomen je posledica strukture miofibrila, u kome se smenjuju svetle (izotropne) i tamne (anizotropne) pruge. Tu pojavu je prvi primetio Levenhuk 1685. godine.

Osnovni delovi mišića:

- trbuh mišića (venter)
- tetiva (tendo)

Pomoćni organi mišića:

- Sluzne kese (bursa synovialis) -su izgrađene od vezivnog tkiva ispunjene tečnošću; smeštene između mišića i čvrste površine (kosti, zgloba); sprečavaju trenje prilikom kontrakcije
- Tetivni omotači - nalaze se na mestima gde tetive prolaze kroz koštano-vezivne otvore i kanale; smanjuju trenje
- Fascije - vezivne opne koje obavijaju mišiće, pojedinačno ili čitave grupe; fiksiraju mišiće

Mišići se dele prema obliku i prema funkciji koju obavljaju.

Prema obliku:

- dugi
- kratki (ovalni, obli, kružni)
- pljosnati (lepezasti, trouglasti)

U odnosu na funkciju:

- jednozglobni
- višezglobni (prelazi preko više zglobova)

Glatki mišići

Glatko mišićno tkivo (lat: *textus muscularis nonstriatus*) ulazi u sastav krvnih i limfnih sudova, organa sistema za varenje, dušnika, mokraćne bešike, materice, kože, unutrašnjih mišića oka itd. Ono je specijalizovano za slabe i spore kontrakcije, a inervisano je od strane autonomnog nervnog sistema. Za razliku od skeletnog tkiva, ovi mišiću su sposobni za dugotrajne kontrakcije i veoma teško se zamaraju.

Glatke mišićne ćelije su vretenastog oblika i imaju jedno ovalno jedro postavljeno u središnjem delu sarkoplazme. Dužina im se kreće od 20 do 500 μm -, a dijametar 2-5 μm -. Aktinski i miozinski filamenti su ovde drugačije organizovani, tako da nema poprečne ispruganosti.

Glatki mišići se mogu podeliti na: višejedinične i jednojedinične. Višejedinični mišići su izgrađeni od odvojenih vlakana, koja su inervisana posebnim nervnim završecima i rade nezavisno jedna od drugih. Jednojedinični mišić funkcioniše kao celina, odnosno njega izgrađuju vlakna koja se zajedno kontrahuju i koja su organizovana u listove ili snopove. Ovaj tip mišića se naziva i sincicijalni zbog međusobne povezanosti mišićnih ćelija, a takođe se koristi sinonim visceralni glatki mišići jer oni grade većinu unutrašnjih organa.

Srčani mišić

Srčano mišićno tkivo (lat: *textus muscularis cardiacus striatus*) izgrađuje središnji sloj srčanog zida (miokard) i središnji sloj plućnih vena u blizini njihovog ušća u srce. Po strukturi je slično poprečno-prugastom, a po funkciji glatkom mišićnom tkivu.

Sastavljeno je od poprečno-prugastih vlakana, koja se razlikuju od skeletnih po dimenzijama (tanja su i kraća), rasporedu jedara, prisustvu tzv. prelaznih ploča, slabije izraženoj poprečnoj ispruganosti i dr. Srce se sastoji od dve vrste vlakana. Jedna vrsta izgrađuje radnu muskulaturu odgovornu za kontrakcije, a druga vrsta sprovodnu muskulaturu koja sadrži malo kontraktilnih fibrila i koja je odgovorna za stvaranje i sprovođenje impulsa do kontraktilnih vlakana.

Srčana mišićna vlakna su sastavljena od serijski vezanih ćelija (kardiomiocita). One su široke 10-20 μm -, a dugačke 50-120 μm -. Svaka ćelija ima jedno ili dva centralno postavljena jedra, što omogućava razlikovanje srčanog i skeletnog mišićnog tkiva. Miofibrili takođe nemaju isti raspored kao kod poprečno-prugastih mišića, ali su aktinski i miozinski filament organizovani na isti način. Poprečna ispruganost nije tako izražena, zbog prisustva velikog broja mitohondrija (koje zauzimaju 40% volumena kardiomiocita). Između susednih ćelija nalaze se prelazne ploče (interkalatni diskovi).

Srčani mišić se kontrahuje ritmično i automatski, a inerviše ga vegetativni nervni sistem (simpatikus i parasimpatikus). Signali koji izazivaju srčane kontrakcije nastaju u zidu desne pretkomore, ali nervni sistem utiče na njegov ritam.

Oblik i vrste mišićne kontrakcije

Kao rezultat kontrakcije, skraćenje u mišićnim vlaknima, javlja se određeni napon. To je jedna od osnovnih fizioloških karakteristika mišića.

Ako se mišićna sila suprotstavlja nekoj spoljašnjoj sili tako da rezultat bude relativno mirovanje, onda se takvo mišićno naprezanje naziva **statičkim naprežanjem**.

Razlikuju se dve vrste statičkih mišićnih naprežanja: aktivno i pasivno.

Aktivno statičko naprezanje nastupa kada se mišić nalazi u kontrakciji, u ravnoteži sa ostalim silama, ali tako da održava svoje pripoje uvek na istom rastojanju. Ovakva kontrakcija se još naziva i **izometrijskom kontrakcijom**. Tom prilikom se ne izvršava rad, ali, zbog stanja kontrakcije, postoji relativno veliki utrošak energetske rezerve u ćelijama mišićnih vlakana. Pošto statičko aktivno mišićno naprezanje otežava promet materije i energije u mišićima, zamor koji nastupa za vreme i posle statičkog aktivnog naprežanja je još izrazitiji. Ova forma mišićne kontrakcije se javlja kada je spoljašnji teret jednak ili veći od napona mišića, ali ne postoje uslovi za istežanje mišića pod uticajem tog spoljašnjeg opterećenja. Karakteristično za sve izražaje je statičko aktivno naprezanje.

Pasivno statičko naprezanje je izvršeno onda kada su mišićni pripoji toliko udaljeni, pod uslovom da su mišići opušteni (distrahirani), da čvrstina mišićnog tkiva ne dozvoljava udaljavanje mišićnih pripoja na veća rastojanja. Na taj način se pasivnim mišićnim naprežanjem suprotstavlja sili koja je izvršila udaljavanje mišićnih pripoja. Ako se mišićni pripoji pod dejstvom mišićne sile približavaju ili udaljavaju, ali brzinom koja je kontrolisana mišićnim dejstvom, onda mišići vrše rad. Dianmički rad mišića može da se podeli na dinamički rad sa pozitivnim efektom i dinamički rad sa negativnim efektom.

Dinamički rad sa pozitivnim efektom je izvršen ako mišić svojom kontrakcijom dejstvuje u smislu približavanja svojih pripoja. Takva vrsta mišićne kontrakcije se naziva i **koncentričnom**

mišićnom kontrakcijom. Ovaj oblik kontrakcije naziva se i izotonička (isti napon) ili miometrijska kontrakcija. Dinamički rad sa pozitivnim efektom je osnovna vrsta mišićne delatnosti. To je slučaj kada mišićna sila deluje kao aktivna sila, a spoljašnja kao pasivna.

Dinamički rad sa negativnim efektom se vrši u slučaju kada neka druga sila (obično spoljašnja sila) vrši kretanje, dok se sila mišića suprotstavlja tom kretanju. To znači da druga sila deluje u smeru udaljavanja pripoja aktuelnom mišiću, a tom se dejstvu isti mišić suprotstavlja svojom kontrakcijom. Kretanje će se vršiti u smeru dejstva druge sile, dok će sila aktuelnog mišića delovati u suprotnom smeru. Takva vrsta mišićne kontrakcije, odnosno spore distrakcije, se naziva **ekscentrična ili pliometrična mišićna kontrakcija**. Mišić svojom kontrakcijom deluje u smislu udaljavanja svojih pripoja. Negativni efekat mišićnog dejstva se ispoljava kao aktivna regulacija dejstva neke druge sile. Ta druga sila (spoljašnja) je aktivna sila, a mišićna sila je pasivna.

Koncentrična kontrakcija se može ispoljavati i kao balistička kontrakcija i dejstvo mišića u širinu. **Balistička kontrakcija** mišića predstavlja približavanje mišićnih pripoja u najkraćem vremenu i na taj način se dobija maksimalna brzina kretanja pokrenutog dela tela čime se ispunjava jedna od osnovnih komponenti od koje zavisi veliki broj vrhunskih dostignuća u sportu.

Dejstvo mišića u širinu se zasniva na činjenici da svaki mišić usled kontrakcije gde se gubi na dužini, dobija na širini i istovremeno na čvrstini. Ovakvim povećavanjem prečnika mišića može da se izvrši određeni rad.

U realnim fiziološkim uslovima aktivnosti mišića praktično se ne javlja čista izometrijska ili čista izotonička reakcija. Ona praktično uvek ima mešoviti karakter i naziva se **auksotonična kontrakcija**.

U pogledu vrste mišićne kontrakcije, režima kontrakcije, razlikuju se dve vrste: **prosta ili pojedinačna mišićna kontrakcija i složena mišićna kontrakcija ili tetanus**.

Mišići koji učestvuju u pokretima zglobova

Mišići koji učestvuju u pokretima ramenog pojasa

Rame je najpokretljiviji loptasti zglob. Vrš se pokreti: fleksije, ekstenzije, abdukcije (odvođenje ruke u stranu), adukcije (privođenje ruke trupu), unutrašnje, spoljašnje rotacije i kružno kretanje.

- *Povlačenje ključnice put nazad vrše leđni mišići koji se pripajaju na kičmenom stubu, ključnici i lopatici:*
 - rombasti mišić (m. rhomboideus)
 - trapezni mišić (m. trapezius)
- *Povlačenje ključnice put napred vrše grudni mišići koji se pripajaju na rebrima i lopatici:*
 - mali grudni mišić (m. pectoralis minor)
 - prednji zupčasti mišić (m. serratus anterior)
- *Povlačenje ključnice put naviše vrše leđni mišići koji se pripajaju na kičmenom stubu, ključnici i lopatici:*
 - trapezni mišić (gornji snopovi) (m. trapezius)
 - mišić podizač lopatice (m. levator scapulae)
- *Rotiranje ramenog pojasa upolje vrše:*
 - trapezni mišić (m. trapezius)
 - prednji zupčasti mišić (m. serratus anterior)

- *Rotiranje ramenog pojasa put unutra vrše:*
 - rombasti mišić (m. rhomboideus)
 - mali grudni mišić (m. pectoralis minor)
 - mišić podizač lopatice (m. levator scapulae)
- *fleksiju vrše:* veliki grudni mišić (m. pectoralis major), deltasti mišić - prednja vlakna (m. deltoideus), kao i mišići nadlakta dvoglavi mišić (m. biceps brachii) i kljunasto-ramenični mišić (m. coracobrachialis)
- *Ekstenziju vrše:* deltasti mišić – zadnja vlakna (m. deltoideus), najširi leđni mišić (m. latissimus dorsi), troglavi mišić nadlakta – duga glava (m. triceps brachii), veliki obli mišić (m. teres major), veliki grudni mišić (m. pectoralis major)
- *Abdukciju vrše:* deltasti mišić – srednja vlakna (m. deltoideus) i nadgrebeni mišić (m. supraspinatus)
- *Adukciju obavljaju:* veliki grudni mišić (m. pectoralis major), kljunasto-ramenični mišić (m. coracobrachialis), veliki obli mišić (m. teres major) i najširi leđni mišić (m. latissimus dorsi)
- *Unutrašnju rotaciju vrše:* podlopatični mišić (m. subscapularis), veliki obli mišić (m. teres major), najširi leđni mišić (m. latissimus dorsi), veliki grudni mišić (m. pectoralis major) i deltasti mišić – prednja vlakna (m. deltoideus)
- *Spoljašnju rotaciju vrše:* mali obli mišić (m. teres minor), podgrebeni mišić (m. infraspinatus) i deltasti mišić – zadnja vlakna (m. deltoideus)

Mišići koji učestvuju u pokretima zgloba lakta

U ramenično – lakatnom zglobu vrše se pokreti fleksije i ekstenzije, a u žbično- lakatnom zglobu vrše se pokreti uvrtanja (pronacija) i izvrtnja podlakta (supinacija).

- *Fleksiju obavljaju:* dvoglavi mišić nadlakta (m. biceps brachii), nadlaktatni mišić (m. brachialis), nadlaktatno-žbični mišić (m. brachioradialis) i mišić podlakta – obli uvrtač podlakta (m. pronator teres)
- *Ekstenziju vrše:* troglavi mišić nadlakta (m. triceps brachii) i mišić podlakta - srpasti mišić (m. anconeus)
- *Izvrtnje (supinaciju) obavljaju:* izvrtač podlakta (m. supinator), dvoglavi mišić nadlakta (m. biceps brachii) i nadlaktatno-žbični mišić (m. brachioradialis)
- *Uvrtnje (pronaciju) vrše:* mišić podlakta – obli uvrtač podlakta (m. pronator teres), četvrtasti uvrtač podlakta (m. pronator quadratus) i nadlaktatno-žbični mišić (m. brachioradialis)

Mišići koji učestvuju u pokretima zgloba šake

Gornji zglob šake izgrađuju donji okrajci žbice i laktice i prve tri kosti proksimalnog reda ručja (carpus). U ovom zglobu se vrše pokreti palmarne fleksije (pregibanje šake put napred), dorzalne fleksije (pregibanje šake put nazad), radijalna, ulnarna abdukcija i kružno kretanje

- *Palmarnu fleksiju šake vrše mišići podlakta:* unutrašnji pregibač šake (m. flexor carpi ulnaris), spoljašnji pregibač šake (m. flexor carpi radialis), dugi dlanski mišić (m. palmaris longus), površni pregibač prstiju (m. flexor digitorum superficialis), duboki pregibač prstiju (m. flexor digitorum profundus) i dugi pregibač palca (m. flexor pollicis longus)
- *Dorzalnu fleksiju (ekstenziju) vrše:* dugi spoljašnji opružać šake (m. extensor carpi radialis longus), kratki spoljašnji opružać šake (m. extensor carpi radialis brevis), unutrašnji opružać šake (m. extensor carpi ulnaris), opružać prstiju (m. extensor digitorum), opružać kažiprsta (m. extensor indicis), opružać malog prsta (m. extensor digiti minimi), dugi opružać palca (m. extensor pollicis longus) i kratki opružać palca (m. extensor pollicis brevis)
- *Radijalnu abdukciju vrše:* spoljašnji pregibač šake (m. flexor carpi radialis), dugi spoljašnji opružać šake (m. extensor carpi radialis longus), kratki spoljašnji opružać šake (m. extensor carpi radialis brevis), dugi opružać palca (m. extensor pollicis longus) i kratki opružać palca (m. extensor pollicis brevis) i dugi odvodilac palca (m. abductor pollicis longus)
- *Ulnarnu abdukciju vrše:* unutrašnji pregibač šake (m. flexor carpi ulnaris) i unutrašnji opružać šake (m. extensor carpi ulnaris)

Mišići koji učestvuju u pokretima kičmenog stuba

Pokreti trupa koji vrši kičmeni stub su sledeći:

- Fleksija (pregibanje trupa put napred)
- Ekstenzija ili retrofleksija (pregibanje trupa put nazad)
- Laterofleksija (bočno pregibanje)
- Torzija (uvrtanje trupa)
- *Fleksiju vrše:* pravi trbušni mišić (m. rectus abdominis), površni kosi trbušni mišić (m. obliquus externus abdominis), duboki kosi trbušni mišić (m. obliquus internus abdominis), veliki slabinski mišić (m. psoas major), mali slabinski mišić (m. psoas minor)
- *Ekstenziju vrše:* paravertebralni mišići (m. erector spinae, m. multifidus, m. semispinalis, mm. interspinales), četvrtasti slabinski mišić (m. quadratus lumborum)
- *Laterofleksiju vrše:* paravertebralni mišići jednostranom kontrakcijom (m. erector spinae, m. multifidus, mm. intertransversales), četvrtasti slabinski mišić (m. quadratus lumborum), površni kosi trbušni mišić (m. obliquus externus abdominis), duboki kosi

trbušni mišić (m. obliquus internus abdominis), pravi trbušni mišić (m. rectus abdominis)

- *Torziju vrše:* površni kosi trbušni mišić (m. obliquus externus abdominis), duboki kosi trbušni mišić (m. obliquus internus abdominis), duboki paravertebralni mišići (m. multifidus, m. semispinalis, mm. rotatores)

Najčešći razlozi povrede diskusa kod sportista:

- izraženo i neravnomerno opterećenje kičme tokom sportskih aktivnosti
- nagli pokreti kičmenog stuba u kombinaciji sa lošim položajem tela

Najčešći razlozi povrede diskusa kod rekreativaca i onih koji se ne bave sportom:

- slabi leđni i trbušni mišići, dizanje teških stvari u neodgovarajućem položaju, dugotrajno sedenje, rad u prinudnom položaju tela kada je ono nagnuto napred
 - Sedenje izaziva pojavu većeg pritiska u diskusu nego kada stojimo!!!
- Razlog: veći statički rad mišića u sedećem položaju!

U zglobove donjeg uda spadaju: spojevi karličnog pojasa (krsno-bedreni zglob (art. sacroiliaca), preponska simfiza (symphysis pubica), dve snažne krsno-sedalne veze), zglob kuka (art. coxae), zglob kolena (art. genus), spojevi potkolenice, spojevi stopala.

Mišići koji vrše pokrete u zglobu kuka

Kuk povezuje karličnu kost sa gornjim okrajkom butne kosti. To je loptasti troosovinski zglob, pokretljiv u svim pravcima oko jedne obrtne tačke. Pokreti koje se vrše su sledeći:

- *Fleksija (podizanje noge put napred)* – najveća amplituda, vrše je: bedrenoslabinski mišić (m. iliopsoas), pravi butni mišić (m. rectus femoris), terzijski mišić (m. sartorius), češljasti mišić (m. pectineus)
- *Ekstenziju (podizanje noge put nazad)*, vrše: veliki sedalni mišić (m. gluteus maximus), mišići zadnje lože buta (m. semitendinosus, m. semimembranosus, m. biceps femoris)
- *Abdukciju (odvođenje noge u stranu)* vrše: veliki sedalni mišić (m. gluteus maximus), srednji sedalni mišić (m. gluteus medius), mali sedalni mišić (m. gluteus minimus), zatezač butne fascije (m. tensor fasciae latae)
- *Adukcija (privođenje noge stajnoj nozi)* – najmanja amplituda, vrše mišići unutrašnje lože: veliki privodilac (m. adductor magnus), dugi privodilac (m. adductor longus), kratki privodilac (m. adductor brevis), m. gracilis i češljasti mišić (m. pectineus)
- *Unutrašnju rotaciju vrše:* srednji sedalni mišić (m. gluteus medius) – prednji deo, mali sedalni mišić (m. gluteus minimus) – prednji deo, zatezač butne fascije (m. tensor fasciae latae) i bedrenoslabinski mišić (m. iliopsoas)
- *Spoljašnju rotaciju vrše:* veliki sedalni mišić (m. gluteus maximus), pelvitrohanterični mišići – mišići bedra (m. piriformis, m. obturatorius internus, m. obturatorius externus, mm. gemelli, m. quadratus femoris)
- *Cirkumdukcija*

Mišići koji učestvuju u pokretima zgloba kolena

Koleno je složen zglob, izgrađuju ga butna kost (femur), golenjača (tibia) i čašica (patella) - čašica je sezamoidna kost smeštena u završnoj tetivi četvoroglavog mišića buta (m. quadriceps femoris). Zglobne površine na butnoj kosti i golenjači (kondila) ne odgovaraju jedna drugoj po obliku – na femuru su zakrivljene a na tibiji su plitke i gotovo ravne. Da bi se povećala kontaktna površina zglobnih kondila između njih su umetnuti adapteri i amortizeri pritiska - meniskusi - meniscus medialis i meniscus lateralis, fibrozno hrskavičave tvorevine polumesečastog oblika. Prednja ukrštena veza (lig. cruciatum anterius). Zadnja ukrštena veza (lig. cruciatum posterius). Intrakapsularne veze, povezuju butnu kost i golenjaču i svojim zatezanjem sprečavaju prekomernu fleksiju, ekstenziju i unutrašnju rotaciju kolena. Zglob kolena je okružen debelim ligamentoznim omotačem izgrađenim najvećim delom od mišićnih tetiva i njihovih nastavaka. Ovaj zglob nema klasičnu fibroznu čahuru osim u zadnjem delu zgloba; ona nedostaje u prednjem delu gde je smeštena čašica (patella).

Pokreti u zglobu kolena su: fleksija, ekstenzija, spoljašnja i unutrašnja rotacija.

- *Ekstenziju zgloba kolena vrše:* četvoroglavi mišić buta (m. quadriceps femoris), zatezač butne fascije (m. tensor fasciae latae), veliki sedalni mišić – površni delovi (m. gluteus maximus)
- *Fleksiju vrše:* mišići zadnje lože buta (m. semimembranosus, m. semitendinosus, m. biceps femoris), terzijski mišić (m. sartorius), m. gracilis, m. gastrocnemius
- *Unutrašnju rotaciju vrše:* mišići zadnje lože buta (m. semitendinosus, m. semimembranosus), terzijski mišić (m. sartorius), m. gracilis, zatkoljeni mišić (m. popliteus)
- *Spoljašnju rotaciju vrši:* mišić zadnje lože buta: dvoglavi mišić buta (m. biceps femoris).

Mišići koji učestvuju u pokretima zgloba stopala

Najvažniji su gornji (articulatio talocruralis) i donji skočni zglob (articulatio talocalcaneonavicularis) koji se funkcionalno dopunjuju.

Gornji skočni zglob spaja donje okrajke kostiju potkolenice (tibije i fibule) sa telom skočne kosti (talusa). Ima izgled dvokrake viljuške. Fibrozna (spoljašnja) čahura se pripaja duž ivica zglobnih površina na sve tri kosti. Zglobna čahura je slaba i tanka sa prednje i zadnje strane zgloba, a bočno je ojačana ligamentima.

- *Plantarna fleksija* – učestvuju mišići zadnje lože potkolenice: troglavi mišić potkolenice (m. triceps surae), tabanski mišić (m. plantaris), zadnji golenjačni mišić (m. tibialis posterior), pregibač prstiju stopala (m. flexor digitorum longus), pregibač palca stopala (m. flexor hallucis longus), mišići spoljašnje lože potkolenice (peronealni mišići)
- *Dorzalna fleksija* – vrše je mišići prednje lože potkolenice: prednji golenjačni mišić (m. tibialis anterior), opružać prstiju stopala (m. extensor digitorum longus), opružać palca stopala (m. extensor hallucis longus)

Donji skočni zglob grade: skočna kost (talus), petna kost (calcaneus) i čunasta kost (os naviculare). Ligamenti ojačavaju donji skočni zglob, sa prednje, zadnje, unutrašnje i spoljašnje strane.

- *Inverzija* – kombinacija adukcije (privođenja) i unutrašnje rotacije, vrše je: prednji golenjačni mišić (m. tibialis anterior), zadnji golenjačni mišić (m. tibialis posterior), troglavi mišić potkolenice (m. triceps surae).
- *Everzija* – kombinacija abdukcije (odvođenja) i spoljašnje rotacije, vrše je: dugi lišnjačni mišić (m. peroneus longus), kratki lišnjačni mišić (m. peroneus brevis), opružak prstiju stopala (m. extensor digitorum longus).

Mišići koji učestvuju u motorici ekstremiteta

PREGLED MOTORIKE PRSTIJU

Fleksija metakarpofalangealnih zglobova:

- mm. lumbricales
- mm. interossei volares,
- mm. interossei dorsales ,
- m. flexor digiti profundus,
- mm. flexor digiti digiti sublimis.

Ekstenzija metakarpofalangealnih zglobova:

- m. extensor digitorum communis,
- m. extensor indicis proprius et. m. extensor digiti quinti proprius.

Fleksija proksimalnih interfalangealnih zglobova

- m. flexor digitorum sublimis,
- m. flexor digitorum profundis.

Ekstenzija proksimalnih interfalangealnih zglobova:

- m. extensor digitorum communis,
- mm. lumbricales,
- mm. interossei volares,
- mm. interossei dorsales.

Fleksija distalnih interfalangealnih zglobova:

- m. flexor digitorum profundis.

Ekstenzija distalnih interfalangealnih zglobova:

- m. extensor digitorum comunis,
- mm. lumbricales I i II,
- mm. interossei volares,
- mm. interossei dorsales.

PREGLED MOTORIKE ŠAKE

Supinacija šake:

- m. supinator,
- m. biceps brachii.

Pronijacija šake:

- m. pronator teres,
- m. pronator quadratus.

Volarna fleksija šake:

- m. flexor carpi ulnaris,
- m. flexor carpi radialis.

Dorzalna fleksija šake:

- m. extensor carpi radialis longus,
- m. extensor radialis brevis,
- m. extensor carpi ulnaris.

Radijalna devijacija šake:

- m. flexor carpi radialis,
- m. extensor carpi radialis longus.

Ulnarna devijacija šake:

- m. flexor carpi ulnaris,
- m. extensor carpi ulnaris.

PREGLED MOTORIKE PODLAKTA I NADLAKTA

Fleksija podlakta:

- m. brachialis,
- m. biceps brachii.

Esktenzija podlakta:

- m. triceps brachii.

Abdukcija nadlakta:

- m. deltoideus,
- m. supraspinatus et m. infraspinatus,
- m. serratus anterior,
- m. trapezius (pars descendens).

Addukcija nadlakta:

- m. pectoralis major,
- m. teres major,
- m. latissimus dorsi,
- kao i mišići koji spuštaju rame i addukuju i rotiraju unutra lopaticu.

Fleksija nadlakta:

- m. deltoideus (pars clavicularis et pars acromialis),
- m. biceps brachii caput longum,
- m. pectoralis major, (pars clavicularis et pars sternocostalis)
- m. supraspinatus.

Ekstenzija nadlakta:

- m. deltoideus (pars spinata)
- m. latissimus dorsi,
- m. teres minor,
- m. triceps brachii.

Spoljašnja rotacija nadlakta:

- m. infraspinatus,
- m. teres minor,
- m. deltoideus (pars spinata),
- m. trapezius,
- m. trapezius brachii caput longum.

Unutrašnja rotacija nadlakta:

- m. subscapularis,
- m. teres major,
- m. latissimus dorsi,
- m. pectoralis major,
- m. serratus anterior.

PREGLED MOTORIKE NOGE

Fleksija natkolenice:

- m. iliopsoas,
- m. tensor fasciae latae,
- m. sartorius,
- m. rectus femoris.

Ekstenzija natkolenice:

- m. gluteus maximus,
- m. semitendinosus,
- m. semimembranosus,
- m. biceps femoris.

Addukcija natkolenice:

- m. adductor magnus,
- m. adductor longus,
- m. adductor brevis,
- m. pectineus.

Abdukcija natkolenice:

- m. gluteus medius,
- m. gluteus minimus,
- m. gluteus maximus,
- m. tensor fasciae latae,
- m. sartorius.

Spoljašnja rotacija natkolenice:

- mm. gluteus medius et minimus,
- m. tensor fasciae latae,
- m. semitendinosus,
- m. semimembranosus.

Unutrašnja rotacija natkolenice:

- m. piriformis,
- m. gemellus superior,
- m. gemellus inferior,
- m. obturator internus,
- m. obturator externus,
- m. quadriceps femoris.

Ekstenzija potkolenice:

- m. quadriceps femoris,
- m. tensor fasciae latae.

Fleksija potkolenice:

- m. biceps femoris,
- m. semitendinosus i m. semimembranosus,
- m. sartorius,
- m. popliteus.

PREGLED MOTORIKE STOPALA

Plantarna fleksija stopala:

- m. triceps surae,
- m. tibialis posterior,
- m. flexor digitorum longus,
- m. flexor hallucis longus.

Dorzalna fleksija stopala:

- m. tibialis anterior,
- m. ekstensor digitorum longus,
- m. ekstensor hallucis longus,
- m. peroneus tertius.

Supinacija stopala:

- m. triceps surae,
- m. tibialis anterior,
- m. tibialis posterior,
- m. flexor digitorum longus,
- m. flexor hallucis longus.

Pronacija stopala:

- m. peroneus longus,
- m. peroneus brevis,
- m. peroneus tertius,
- m. ekstensor digitorum longus,
- m. ekstensor hallucis longus.

IV DEO

Kinetički lanci

Retki su pokreti gde se dejstvo jednog mišića ispoljava samo pokretanjem poluga za koje je neposredno vezan. To su obično prosti pokreti najekstremnijim delovima tela, pod uslovom da ostali deo tela bude učvršćen. Zato se vrlo često sreće dejstvo mišića koje se ispoljava i na susednim delovima tela, koje on ne može neposredno pokretati. Ovakav kompleks pokreta koji izaziva jedan mišić neposredno u predelu svoje lokacije i posredno na susedne delove tela naziva se lanac pokreta ili kinetički lanac. Zavisno od toga, da li postoji čvrsta tačka na krajevima takvih lanaca, razlikuju se otvoreni i zatvoreni kinetički lanci.

Otvoreni kinetički lanci

Javlja se u slučaju kada se radi o sistemu delova tela koji je učvršćen samo na jednom svom kraju. Drugi kraj je slobodan i cilj je da se specifičnim dejstvom mišića u kinetičkim lancima taj otvoreni kraj kinetičkog lanca pokrene na određeni način, već prema tome šta se želi kretanjem postići.

Najprostiji primer dejstva u otvorenom kinetičkom lancu je dejstvo mišića pregibača u zglobu lakta, gde je ruka slobodno opuštena.

Zatvoreni kinetički lanci

Javlja se u slučaju kada se radi o sistemu delova tela koji je učvršćen na oba kraja, a cilj je da se specifičnim dejstvom u zatvorenom kinetičkom lancu izvrši određeno pomeranje sistema unutar oba zatvorena kraja kinetička lanca.

Najjednostavniji primer dejstva u zatvorenom kinetičkom lancu je dejstvo mišića pregibača u zglobu lakta gde se ruka nalazi u normalnom položaju, tj. opuštena pored tela, ali prstima oslonjena na neku čvrstu podlogu.

Slabi leđni mišići

Procenjuje se da od 60 do 70 procenata svih slučajeva bola u leđima ima uzrok u prenapregnutim mišićima. Muskuloskeletalnom sistemu potrebna je neka osnovna količina izdržljivosti da bi bio u stanju da zaštiti telo od bola. Mišićima je potrebna dobra snabdevenost krvlju i energijom da bi bili sposobni da održe vrhunsku performansu. Loše držanje ili grčevi u mišićima mogu da spreče dovoljan dotok hranljivih materija i kiseonika i da spreče ispiranje nakupljenih otpadnih materija u leđnim mišićima.



Na primer, kada sedite nagnuti napred, dve od tri grupe mišića koji podržavaju vaša leđa (stomačni i fleksori kuka) inaktivni su i zato slabe. Ako se ovakav položaj tela ponavlja iz dana u dan, ovi mišići postaju bolni, slabi, manje elastični, i skraćeni.

Neizbalansiranost mišića

Mišići koji podržavaju zglob često su neizbalansirani. Na primer, fleksori mogu biti uži i kraći od ekstenzora, tako da zglob ne može da se potpuno ispravi, ili mišići rotatori koji okreću telo u jednom pravcu imaju veću snagu nego oni koji ga okreću u drugom (kao kod golfa). Ove nejednake sile oslabljuju zglob i čine ga ranjivim. Delovi koštane mase trpe veća opterećenja nego što bi trebala. Ovaj nedostatak izbalansiranosti može prouzrokovati bol. Lagano istezanje leđnih mišića koje se postiže inverzijom može da pomogne u poboljšavanju prokrvljenosti vaših leđnih mišića. Kroz redovan program invertovanja uz stretching i jačanje mišića, ove grupe mišića mogu se ponovo izbalansirati. Na osnovu svega pomenutog, može se zaključiti sledeće:

- mišićima je potrebno redovno vežbanje da bi održavali stav tela
- razne jednostrane aktivnosti mogu dovesti do neizbalansiranosti mišića
- inverzija omogućava blagi stretching koji poboljšava dotok krvi tim mišićima
- inverzija tako pomaže grupama mišića da se izbalansiraju i time poboljšava držanje tela

Slaba elastičnost mišića

Mišićima i ligamentima je potrebno redovno kretanje, u suprotnom postaju ukočeni i nefleksibilni. Kako telo stari, diskusi se stanjuju, dovodeći intervertebralne zglobove bliže jedan drugom. Ligamenti koji podržavaju kičmu postaju opušteni, a time i zglobovi. U takvom stanju, svako, pa i najmanje opterećenje može dovesti do oštećenja. Sva oštećenja, istegnuća i druga preopterećenja sabiraju se tokom života. Ukoliko se ne koriste vežbe za ponovno uspostavljanje normalne fleksibilnosti, nezalečeno tkivo može postati stalni izvor bola i ukočenosti u leđima. Blago, jednostavno opterećivanje kičme i pomeranje može ovakvim povredama da pomogne da budu elastičnije ili apsorbovane od strane novog tkiva. Ovakvo jačanje može sprečiti ponovne povrede. Može se zaključiti da je mišićima i ligamentima potrebno redovno istezanje – stretching da bi zadržali svoju elastičnost i snagu.

Kičma - značaj u održanju statike

Značaj kičme je višestruk. Kičma štiti kičmenu moždinu od povređivanja. Istovremeno kičma daje čvrstinu i potporu telu. Iz glave gde je smešten mozak, kao deo centralnog nervnog sistema, nastavlja se kičmena moždina, koja prolazi kroz kičmeni kanal. Kičmeni kanal sačinjavaju koštani otvori u svakom pršljenju. Iz kičme se dalje granaju periferni nervi koji oživčavaju celo telo. Kičma se sastoji od pršljenova, a svaki pršljen sa susednim i gore i dole, predstavlja zglob. Obzirom da su pršljenovi po sastavu koštana masa, da ne bi došlo do trenja, između svakog pršljenja je smešten po jedan disk, koji je od pulpozno mekog tkiva, sa funkcijom amortizacije pokreta, i sprečavanja trenja koštanih zglobnih površina tela pršljenja. Kompaktnost, čvrstina i elastičnost kičme se obezbeđuje ostalim mekim tkivom koje i počinje i završava sa koštane mase pršljenova.

Najčešće aktivnosti koje uzrokuju nastanak bola

Svaka radna ili sportska aktivnost ili aktivnost svakodnevnog života, ukoliko se ne pravilno ili naglo izvede ili vremenski dugo traje, može da prouzrokuje bol u lumbalnom delu leđa. Bol se najčešće vezuje za sledeće aktivnosti:

- nepravilno dizanje tereta ma koje težine, gde se trup savija i rotira
- nagli pokret rotacije, savijanja ili rotacije i istezanja trupa
- dugotrajno vršenje neke radnje:
 1. dugotrajno sedenje
 2. dugotrajna vožnja automobilom
 3. dugotrajno hodanje
 4. dugotrajno stajanje
- loš položaj u toku spavanja
- povrede koštano-mišićnog sistema lumbalne regije – traume (najčešće saobraćajni udesi, povrede u toku sportskih aktivnosti...)

Suštinski razlog nastanka lumbalnog bola - mišićna slabost kao posledica inaktivnosti

Mišići trupa koji su veza trupa i karlice su: mišići zadnjeg dela leđa, nalaze se pored kičme obostrano (m.m. extensores trunci), glutealni mišići (m.gluteus minimus, medius et maximus), sa prednje strane trupa trbušni mišić (m.rectus abdominis) i fleksor natkolenice (m. iliopsoas), i sa obe strane trupa bočno (m.m.lat. flexores trunci:m.obliquus abdominis ext, m.obliquus abdominis int, m.quadratus lumborum); Lumbalna regija predstavlja mesto gde se trup spaja sa karlicom, a karlica sa nogama i čini jedan od najpokretljivijih delova kičmenog stuba a u isto vreme je to deo koji trpi najveće opterećenje. Ujedno, to je i mesto gde se nalazi težište čitavog tela ili tačnije rečeno njegovo središte. Telo čoveka se u prostoru nalazi u labilnoj ravnoteži,koja da bi se održavala zahteva konstantnu,preciznu akciju velike grupe mišića. Površina oslonca su stopala, težište tela je najšešće 1 metar od podloge, a kompletno opterećenje težine tela i sile zemljine teže u lumbalnoj kičmi. Mišićna slabost najčešće kao posledicu ima loše posturalno držanje tela i lošu biomehaniku. To je i razlog zbog čega bi trebalo da navedene mišićne grupe budu jake. Stabilnost veze trupa-karlice i nogu proističe iz mišićne mase i snage navedenih mišićnih grupa. Suština telesnog vežbanja gde je akcenat na stvaranju pelvitrohanteričnog midera je u što boljoj zaštiti kičme.

Mišićni disbalans

Mišićna snaga, pojedinačnih mišića i mišićnih grupa, trebalo bi da bude izbalansirana, harmonična i ujednačena. Telo čoveka je simetrično. Preko 640 mišića se nalazi u čovekovom telu. Svaki od tih mišića ima svoju osnovnu funkciju. U svakoj situaciji tela, postoje mišići koji vrše određeni pokret (agonisti), kome se suprotstavljaju mišići koji isti taj pokret onemogućavaju-otežavaju (antagonisti). Ukoliko postoji bilo koji mišićni, disbalans, mišićni tonus se povećava, a sam mišić gura kosti i zglobove iz svog fiziološkog položaja, tako da kosti, mišići i zglobovi trpe konstantno opterećenje. Dolazi do deformiteta i poremećaja statike, koji su uzrok bola u pojedinim delovima tela, kako ekstremitetima tako i unutrašnjim organima.

Fizikalna terapija

Terapija bola fizikalnim procedurama najpribližnija je prirodnim procedurama zbog odsustva agresije, blagotvornosti i prijatnosti. U određivanju fizikalne terapije, značajna je

anamneza, dijagnostika, klinički pregled, funkcionalni status.. Obzirom da je širok spektar fizikalnih procedura, odabira se najbolja moguća kombinacija fizikalnih procedura. Značajno je napomenuti da ono što prija i daje efekta u lečenju kod jednog pacijenta, ne mora da prija i da efekat u lečenju kod drugog pacijenta sa sličnim problemom.

U fizikalnoj terapiji, primenjuju se razne vrste zračenja počev od magneto terapije, ultra zvuka, lasera, infra red, kao i struje različite frekvencije i modulacije. Dejstvo aparaturne fizikalne terapije je anelgezija i vazodilatacija, kao i celularno pospešivanje metabolizma. Primenu se elektroforeza leka lokalno na bolno mesto (prokain ili kalijum jodid, 3% rastvor) koristeći pravilo protoka električne energije od pozitivne do negativne elektrode. Od bez aparaturnih procedura aplikuje se glina i tople kupke – topla pakovanja. Terapeutska masaža i akupresura bolnih mesta i muskulature koja je u spazmu predstavlja sastavni deo fizikalne terapije. U proseku trajanje fizikalnih procedura u kontinuitetu iznosi 2-3 nedelje. Bitno je ispoštovati kontinuitet terapije. Fizikalna terapija predstavlja uvodnu proceduru u sistemsko rešavanje problema lumbalnog bola a to je kineziterapija - medicinske vežbe.

Manipulativne metode - kiropraktika kičmenog stuba

Potpuna indikacija za primenu kiropraktike je mišićni, disbalans, gde se mišićni tonus povećava, a sam mišić gura kosti i zglobove iz svog fiziološkog položaja, tako da kosti, mišići i zglobovi trpe konstantno opterećenje i bol. Kiropraktika nema efekta ukoliko postoji mišićni spazam. Zato, tek posle par dana od započinjanja sa fizikalnim procedurama, koje sem anelgezije imaju i relaksirajuće dejstvo, koje pospešuju masaže kao i medikamentozna terapija, trebalo bi stvoriti preduslove za primenu kiropraktike kao jedne od metoda za odstranjivanje lumbalnog bola.

Kineziterapijske procedure lumbalnog bola

Sa kineziterapijom se započinje kada se potpuno otkloni bol. Sistemsko rešavanje lumbalnog bola, kao i prevencija njegovog nastanka, obuhvata kineziterapijske procedure koje su akcentirane na stvaranje mišićne mase i snage pelvitrohanterične muskulature. Cilj je da jaka muskulatura preuzme deo tereta lumbalne kičme. Bitno je napomenuti da ne postoji aktivnost svakodnevnog života koja jača lumbo-sakralne ekstenzore kičme. Isto tako ne postoji ni sportska aktivnost koja jača mišićne ove regije. To je i najčešći razlog ovih tegoba.

VIDEO

Kako jačati pelvitrohanteričnu muskulaturu - VEŽBE

Važna napomena je da se vežbe rade na vreme (bez brojanja). Pauza između svake vežbe je 1 minut. Suština vežbanja je da se vežbe urade pravilno.

Početni položaj vežbe 1: ležeći na stomaku, ruke opružene u laktovima nalaze se iznad glave.

Konačni položaj: istovremeno dižemo od podloge trup i noge sa opruženim kolenima i savijamo ruke u ramenima i laktovima do 90 stepeni. Telo zadržavamo u ovom položaju 3 sekunde.

Vreme trajanja vežbe 1: maksimalno vreme trajanja 3 minuta;

Početni položaj vežbe 2: ležeći na stomaku, ruke opružene u laktovima nalaze se iznad glave. U šakama je lopta, različitih težina.

Konačni položaj: istovremeno dižemo od podloge trup i noge sa opruženim kolenima i ruke sa opruženim laktovima, sa loptom u rukama. Telo zadržavamo u ovom položaju 3 sekunde.

Vreme trajanja vežbe 2: maksimalno vreme trajanja 3 minuta; Preporučeno vreme trajanja vežbe 2 min. i 45 sekundi.

Početni položaj vežbe 3: ležeći na stomaku, šake su na potiljku.

Konačni položaj: istovremeno dižemo od podloge trup i noge sa opruženim kolenima. Šake ostaju na potiljku. Telo zadržavamo u ovom položaju 3 sekunde.

Vreme trajanja vežbe 3: maksimalno vreme trajanja 3 minuta; Preporučeno vreme trajanja vežbe 2 min. i 30 sekundi.

Početni položaj vežbe 4: ležeći na stomaku, šake su na lumbalnom delu leđa.

Konačni položaj: istovremeno dižemo od podloge trup i noge sa opruženim kolenima. Ruke ostaju na lumbalnom delu leđa. Telo zadržavamo u ovom položaju 3 sekunde.

Vreme trajanja vežbe 4: maksimalno vreme trajanja 3 minuta; Preporučeno vreme trajanja vežbe 2 min. i 15 sekundi.

Početni položaj vežbe 5: ležeći na stomaku, ruke su opružene u laktovima i nalaze se pored tela, šake su na podu.

Konačni položaj: istovremeno dižemo od podloge trup i noge sa opruženim kolenima. Ruke ostaju pored tela a šake na podu. Telo zadržavamo u ovom položaju 3 sekunde.

Vreme trajanja vežbe 5: maksimalno vreme trajanja 3 minuta; Preporučeno vreme trajanja vežbe 2 min.

Početni položaj vežbe 6: ležeći na leđima, ruke su opružene u laktovima i nalaze se pored tela, šake su na podu. Noge su sastavljene i savijene u kuku, a potkolenice u kolenu, tako da potkolenice i natkolenice formiraju ugao od 90 stepeni.

Među položaj: započinjemo torziju trupa na levu stranu. Noge su sastavljene, a potkolenice i natkolenice i dalje stoje pod uglom od 90 stepeni. Ruke ostaju pored tela a šake na podu. Trudimo se da oba ramena ostanu na podu.

Konačni položaj levo: iz ovog položaja, opružamo obe noge u kuku i kolenima. Telo zadržavamo u ovom položaju 3 sekunde. Iz ovog položaja telo vraćamo u **početni položaj**,

odakle započinjemo torziju u desnu stranu.

Među položaj desno. Konačan položaj torzije desno zadržava se 3 sekunde.

Vreme trajanja vežbe 6: vežba se radi u kontinuitetu, jedna pa druga strana sa zadržavanjem u konačnom položaju od 3 sekunde.

Maksimalno vreme trajanja 5 minuta; Preporučeno vreme trajanja vežbe 3 min.

Početni položaj vežbe 7: ležeći na leđima, ruke su opružene u laktovima i nalaze se pored tela, šake su na podu. Noge su blago razmaknute i savijene u kuku, a stopala se nalaze na lopti (lopta prečnika 75 cm za odrasle osobe). Potkolenice i natkolenice formiraju ugao nešto veći od 90 stepeni.

Konačni položaj: odizemo donji deo trupa i karlicu sa poda. Ramena i šake ostaju na podu. Stopala se ne pomeraju i ostaju na lopti. Potkolenice i natkolenice koje iz početnog položaja formiraju ugao nešto veći od 90 stepeni i dalje zadržavaju početni ugao. Telo zadržavamo u ovom položaju 3 sekunde. Iz ovog položaja telo vraćamo u početni položaj.

Vreme trajanja vežbe 7: maksimalno vreme trajanja 5 minuta; Preporučeno vreme trajanja vežbe 3 min.

Početni položaj vežbe 8: ležeći na leđima, ruke su opružene u laktovima i nalaze se pored tela, šake su na podu. Noge su blago razmaknute i savijene u kuku, a opružene u kolenima. Potkolenice se nalaze na lopti (lopta prečnika 75 cm za odrasle osobe).

Konačni položaj: odizemo donji deo trupa i karlicu sa poda. Ramena i šake ostaju na podu. Potkolenice ostaju na lopti.. Telo zadržavamo u ovom položaju 3 sekunde. Iz ovog položaja telo vraćamo u početni položaj.

Vreme trajanja vežbe 8: maksimalno vreme trajanja 5 minuta; Preporučeno vreme trajanja vežbe 2 min. i 45 sekundi.

Početni položaj vežbe 9: ležeći na leđima, ruke su opružene u laktovima i nalaze se pored tela, šake su na podu. Noge su blago razmaknute i savijene u kuku i kolenu. Potkolenice i natkolenice zaklapaju ugao približno od 110 stepeni.

Konačni položaj: odizemo donji deo trupa i karlicu sa poda. Ramena i šake ostaju na podu. Stopala ostaju u početnom položaju - na podu. Telo zadržavamo u ovom položaju 3 sekunde. Iz ovog položaja telo vraćamo u početni položaj.

Vreme trajanja vežbe 9: maksimalno vreme trajanja 5 minuta; Preporučeno vreme trajanja vežbe 2 min. i 30 sekundi.

Početni položaj vežbe 10: ležeći na leđima, ruke su na grudima. Noge su blago razmaknute i savijene u kuku i kolenu. Potkolenice i natkolenice zaklapaju ugao približno od 110 stepeni.

Konačni položaj: odizemo gornji deo trupa i donje uglove lopatica od podloge. Stopala ostaju u početnom položaju - na podu. Telo zadržavamo u ovom položaju 3 sekunde. Iz ovog položaja telo vraćamo u početni položaj.

Vreme trajanja vežbe 10: maksimalno vreme trajanja 5 minuta; Preporučeno vreme trajanja vežbe 3 min.

Početni položaj vežbe 11: ležeći na leđima, ruke su na stomaku. Noge su blago razmaknute i savijene u kuku i kolenu. Potkolenice i natkolenice zaklapaju ugao približno od 110 stepeni.

Konačni položaj: odizemo gornji deo trupa i donje uglove lopatica od podloge. Stopala ostaju u početnom položaju - na podu. Telo zadržavamo u ovom položaju 3 sekunde. Iz ovog položaja telo vraćamo u početni položaj.

Vreme trajanja vežbe 11: maksimalno vreme trajanja 5 minuta; Preporučeno vreme trajanja vežbe 2 min. i 45 sekundi.

Početni položaj vežbe 12: ležeći na leđima, ruke su opružene u laktovima i nalaze se pored tela. Šake su na podu. Noge su blago razmaknute i savijene u kuku i kolenu. Potkolenice i natkolenice zaklapaju ugao približno od 110 stepeni.

Konačni položaj: odizemo gornji deo trupa i donje uglove lopatica od podloge. Stopala ostaju u početnom položaju - na podu. Telo zadržavamo u ovom položaju 3 sekunde. Iz ovog položaja telo vraćamo u početni položaj.

Vreme trajanja vežbe 12: maksimalno vreme trajanja 5 minuta; Preporučeno vreme trajanja vežbe 2 min. i 30 sekundi.

Početni položaj vežbe 13: ležeći na leđima, ruke su na grudima. Noge su blago razmaknute i savijene u kuku i kolenu. Potkolenice i natkolenice zaklapaju ugao približno od 110 stepeni.

Konačni položaj: odizemo gornji deo trupa i donje uglove lopatica od podloge. Desnom šakom dodirujemo spoljnu stranu levog kolena. Telo zadržavamo u ovom položaju 3 sekunde. Iz ovog položaja telo vraćamo u početni položaj. Iz početnog položaja, odizemo gornji deo trupa i donje uglove lopatica od podloge. Levom šakom dodirujemo spoljnu stranu desnog kolena. Telo zadržavamo u ovom položaju 3 sekunde. Iz ovog položaja telo vraćamo u početni položaj.

Vreme trajanja vežbe 13: vežba se radi u kontinuitetu, jedna pa druga strana sa zadržavanjem u konačnom položaju od 3 sekunde.

Maksimalno vreme trajanja 5 minuta; Preporučeno vreme trajanja vežbe 2 min. i 15 sekundi.

U tretiranju lumbalnog bola navedeni su postupci i terapija. Pacijenti-sportisti su obično ne strpljivi, ali brzo instant rešenje ne postoji. Ne postoji ni čarobna pilula koja sistemski rešava problem. Kritičan momenat po otklanjanju bola je početak kineziterapijskih procedura. U tom trenutku kompletan oporavak zavisi od pacijenta-sportiste. On je taj koji vežba i čini da mu je bolje. Logično je da samom pacijentu najviše znači da mu je stanje bolje a lečenje uspešnije. Ali na žalost nije uvek i pravilo. Brzo otklanjane bola je moguće, pitanje je samo šta se time dobija, a šta gubi. Preporuka je da kada god postoji sistemsko rešenje, trebalo bi ga i primeniti.

FORMULA MIŠIĆNE KONTROLE

Formula mišićne kontrole počinje definisanjem problema - na osnovu određenog pokreta (ili položaja) u zglobu, utvrditi:

1. vrstu pokreta (ili položaja),
2. ravan u kojoj se vrši pokret,
3. uticaj spoljašnje sile koja deluje na sistem,
4. vrstu mišićnog naprezanja (npr. približavanje pripoja /koncentrična kontrakcija, udaljavanje pripoja/ekscentrična kontrakcija ili izometrija)
5. Sa koje strane se mišići istežu tokom pokreta, a sa koje strane se skraćuju u odnosu na osu zgloba?
6. koji mišići učestvuju u pokretu (npr. koji mišići aktivno učestvuju u pokretu).

- **Korak 1**

- Odrediti vrstu pokreta u zglobu (npr. fleksija, abdukcija) ili položaj u zglobu.

- **Korak 2**

- Odrediti uticaj spoljašnje sile (npr. sile teže) na pokret u zglobu ili položaj, postavljanjem sledećeg pitanja:

- „Kakav bi pokret izvršila spoljašnja sila u odsustvu sile mišića?“

- **Korak 3**

- Odrediti vrstu mišićne kontrakcije (koncentrična, ekscentrična, izometrijska) na osnovu odgovora u Koraku 1 i 2 na sledeći način:

- Ako su odgovori u Koraku 1 i 2 suprotni, onda se mišići aktivno skraćuju koncentričnom kontrakcijom. Brzina pokreta nije značajna.
 - Ako odgovori u Koraku 1 i 2 nisu suprotni, onda se postavlja pitanje „Kojom brzinom se vrši pokret?“
 - Ako je pokret brži od pokreta koji bi izvršila spoljašnja sila, onda se mišići aktivno skraćuju koncentričnom kontrakcijom.
 - Ako je pokret sporiji od pokreta koji bi izvršila spoljašnja sila, onda se mišići aktivno istežu ekscentričnom kontrakcijom.
 - Ako nema pokreta, pri čemu bi spoljašnja sila izvršila pokret kada bi delovala samostalno, onda mišići stvaraju izometrijsku kontrakciju.

- Pokreti koji su normalni na pravac delovanja sile teže (npr. paralelno sa podlogom) vrše se koncentričnom kontrakcijom.

- Kada sila teže ne utiče na pokret u zglobu, potrebno je skraćivanje (koncentrična kontrakcija) kako bi se pomerio odgovarajući segment tela. Brzina pokreta nije značajna.

- **Korak 4**

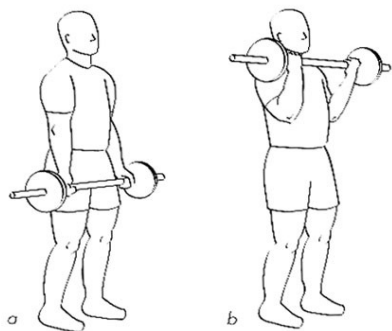
- Odrediti ravan kretanja (frontalna, sagitalna, transverzalna) i osu rotacije (tj. liniju oko koje se vrši rotacija u zglobu). Svrha ovog koraka je da se odredi sa koje strane zgloba se pružaju mišići koji vrše pokret (npr. fleksori se pružaju sa jedne strane zgloba, dok se ekstenzori pružaju sa suprotne strane).

- **Korak 5**
 - Postaviti pitanje „Sa koje strane se mišići istežu tokom pokreta, a sa koje strane se skraćuju u odnosu na osu zgloba?
- **Korak 6**
 - Spajanjem odgovora iz Koraka 3 i 5 odrediti koji mišići stvaraju ili kontrolišu pokret (ili položaj).
 - Na primer, ako je potrebna koncentrična kontrakcija (skraćenje) (Korak 3) i mišići prednje strane zgloba se skraćuju (Korak 5), onda ti mišići moraju aktivno vršiti pokret.
- U svim sledećim primerima, pretpostavljamo da ne postoji koaktivacija antagonista, što omogućava da analizu pojednostavimo eliminisanjem uticaja antagonista. Koaktivacija agonista-antagonista blokira zglob i otežava pokret u zglobu.

Prilog vežbi za analizu mišićne kontrakcije

Analiza - ruka

PRIMER 1



Korak 1 (Vrsta pokreta u zglobu): Pokret je fleksija.

Korak 2 (Uticaj spoljašnje sile): Spoljašnja sila (sila teže) nastoji da izvrši ekstenziju lakta.

Korak 3 (Vrsta kontrakcije): Pokret u zglobu (fleksija) je suprotna pokretu koji stvara spoljašnja sila, tako da se mišići aktivno skraćuju koncentričnom kontrakcijom.

Korak 4 (Ravan kretanja): Kretanje se vrši u sagitalnoj ravni oko ose koja prolazi kroz zglob lakta.

Korak 5 (Sa koje strane se mišići istežu tokom pokreta a sa koje strane se skraćuju u odnosu na osu zgloba): Mišići prednje strane zgloba se skraćuju tokom pokreta, dok se mišići zadnje strane istežu.

Korak 6 Spajanje koraka 3 i 5): Mišić je u koncentričnoj kontrakciji (Korak 3), dok se mišići prednje strane zgloba skraćuju (Korak 5). Dakle, mišići prednje strane aktivno učestvuju u pokretu. U ovom pokretu učestvuju m. biceps brachii, m. brachialis i m. brachioradialis.

PRIMER 1a

Korak 1: Pokret je ekstenzija. Pokret iz b u a.

Korak 2: Spoljašnja sila (sila teže) nastoji da izvrši ekstenziju lakta.

Korak 3: Pokret u zglobu (ekstenzija) je isti kao i pokret koji vrši spoljašnja sila, tako da je potrebno postaviti pitanje "Kojom brzinom se izvodi pokret?" Brzina je velika, što znači da se mišići koji kontrolišu pokret aktivno skraćuju koncentričnom kontrakcijom.

Korak 4: Pokret se vrši u sagitalnoj ravni oko ose koja prolazi kroz zglob lakta.

Korak 5: Mišići prednje strane zgloba se izdužuju tokom pokreta, dok se mišići zadnje strane skraćuju.

Korak 6: Mišić je u koncentričnoj kontrakciji (Korak 3), dok se mišići zadnje strane zgloba skraćuju (Korak 5). Dakle, mišići zadnje strane aktivno učestvuju u pokretu. Prema tome, ekstenzori lakta, prvenstveno m. triceps brachii je odgovoran za pokret.

PRIMER 1b

Korak 1: Pokret je ekstenzija. Pokret iz b u a.

Korak 2: Spoljašnja sila (sila teže) nastoji da izvrši ekstenziju lakta.

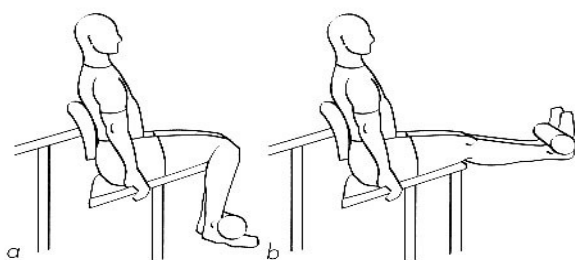
Korak 3: Pokret u zglobu (ekstenzija) je isti kao i pokret koji vrši spoljašnja sila, tako da je potrebno postaviti pitanje “Kojom brzinom se izvodi pokret?” Brzina je mala, što znači da se mišići koji kontrolišu pokret aktivno istežu ekscentričnom kontrakcijom.

Korak 4: Pokret se vrši u sagitalnoj ravni oko ose koja prolazi kroz zglob lakta.

Korak 5: Mišići prednje strane zgloba se izdužuju tokom pokreta, dok se mišići zadnje strane skraćuju.

Korak 6: Mišić je u koncentričnoj kontrakciji (Korak 3), dok se mišići zadnje strane zgloba skraćuju (Korak 5). Dakle, mišići zadnje strane aktivno učestvuju u pokretu. Prema tome, fleksori lakta kontrolišu pokret, prvenstveno m. biceps brachii, m. brachialis i m. brachioradialis.

PRIMER 2



Korak 1: Pokret koji se vrši je ekstenzija. Pokret iz a u b.

Korak 2: Spoljašnja sila (sila teže) nastoji da izvrši fleksiju kolena.

Korak 3: Pokret (ekstenzija) je suprotan pokretu koji bi nastao usled delovanja spoljašnje sile, što znači da se mišići aktivno skraćuju koncentričnom kontrakcijom.

Korak 4: Pokret se vrši u sagitalnoj ravni oko ose koja prolazi kroz zglob kolena.

Korak 5: Mišići prednje strane zgloba se skraćuju tokom pokreta, dok se mišići zadnje strane istežu.

Korak 6: Mišić je u koncentričnoj kontrakciji (Korak 3), dok se mišići prednje strane zgloba skraćuju (Korak 5). Otuda, mišići prednje strane zgloba aktivno učestvuju u pokretu. Prema tome, m. quadriceps femoris (m. vastus medialis, m. vastus lateralis, m. vastus intermedius i m. rectus femoris) vrši pokret.

PRIMER 2a

Korak 1: Pokret koji se vrši je fleksija. Pokret iz b u a.

Korak 2: Spoljašnja sila (sila teže) nastoji da izvrši fleksiju kolena.

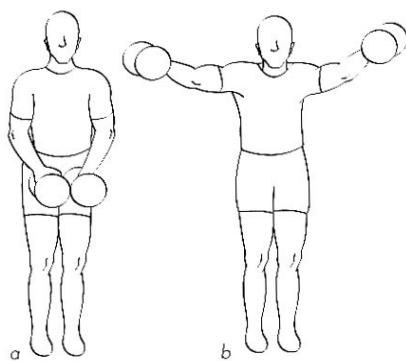
Korak 3: Pokret (fleksija) je isti kao i pokret koji stvara spoljašnja sila, pa se postavlja pitanje „Kojom brzinom se izvodi pokret?“ Brzina je mala, što ukazuje na to da se mišići koji kontrolišu pokret aktivno istežu ekscentričnom kontrakcijom.

Korak 4: Pokret se vrši u sagitalnoj ravni oko ose koja prolazi kroz zglob kolena.

Korak 5: Mišići prednje strane zgloba se izdužuju, dok se mišići zadnje strane skraćuju.

Korak 6: Mišić je u ekscentričnoj kontrakciji (Korak 3), dok se mišići prednje strane zgloba izdužuju (Korak 5). Stoga mišići prednje strane zgloba aktivno izvedu pokret. Dakle, m. quadriceps femoris (vastus medialis, m. vastus lateralis, m. vastus intermedius i m. rectus femoris) kontroliše pokret.

PRIMER 3



Korak 1: Pokret koji se vrši je abdukcija.

Korak 2: Spoljašnja sila (sila teže) nastoji da izvrši adukciju ruke.

Korak 3: Pokret (abdukcija) je suprotan pokretu koji stvara spoljašnja sila, tako da se mišići aktivno skraćuju koncentričnom kontrakcijom.

Korak 4: Pokret se vrši u frontalnoj ravni oko vertikalne ose koja prolazi kroz zglob ramena.

Korak 5: Mišići gornje strane zgloba se skraćuju tokom pokreta, dok se mišići donje strane zgloba istežu.

Korak 6: Mišić je u koncentričnoj kontrakciji (Korak 3) i mišići gornje strane zgloba se skraćuju (Korak 5). Dakle, mišići gornje strane zgloba (abduktori) aktivno vrše pokret. Prednja i srednja vlakna m. deltoideusa i m. supraspinatus učestvuju u izvođenju pokreta.

PRIMER 3a

Korak 1: Pokret koji se vrši je adukcija.

Korak 2: Spoljašnja sila (sila teže) nastoji da izvrši adukciju ruke.

Korak 3: Pokret (adukcija) je ista kao pokret koji stvara spoljašnja sila, te je potrebno postaviti pitanje "Kojom brzinom se izvodi pokret". Brzina je mala, što ukazuje da se mišići koji kontrolišu pokret aktivno istežu ekscentričnom kontrakcijom.

Korak 4: Pokret se vrši u frontalnoj ravni oko ose koja prolazi kroz zglob ramena.

Korak 5: Mišići gornje strane zgloba se istežu tokom pokreta, dok se mišići donje strane zgloba skraćuju.

Korak 6: Mišići su u ekscentričnoj kontrakciji (Korak 3) i mišići gornje strane zgloba se istežu (Korak 5). Dakle, mišići gornje strane zgloba aktivno kontrolišu pokret. Pokret izvode m. deltoideus i m. supraspinatus.

PRIMER 3b

Korak 1: Pokret koji se vrši je adukcija.

Korak 2: Spoljašnja sila (sila teže) nastoji da izvrši adukciju ruke.

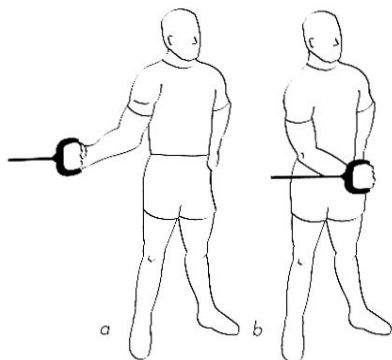
Korak 3: Pokret (adukcija) je ista kao pokret koji stvara spoljašnja sila, te je potrebno postaviti pitanje "Kojom brzinom se izvodi pokret". Brzina je velika, što ukazuje da se mišići koji kontrolišu pokret aktivno skraćuju koncentričnom kontrakcijom.

Korak 4: Pokret se vrši u frontalnoj ravni oko ose koja prolazi kroz zglob ramena.

Korak 5: Mišići gornje strane zgloba se istežu tokom pokreta, dok se mišići donje strane zgloba skraćuju.

Korak 6: Mišići su u koncentričnoj kontrakciji (Korak 3) i mišići donje strane zgloba se skraćuju (Korak 5). Dakle, mišići donje strane zgloba aktivno vrše pokret. Prema tome aduktori ramena (m. pectoralis major, m. latissimus dorsi, m. teres major) vrše pokret.

PRIMER 4



Korak 1: Pokret koji se vrši je medijalna rotacija. Pokret iz a u b.

Korak 2: Spoljašnja sila (elastična traka) nastoji da izvrši lateralnu rotaciju u zglobu ramena

Korak 3: Pokret (medijalna rotacija) je suprotan pokretu koji stvara spoljašnja sila, tako da se mišići aktivno skraćuju koncentričnom kontrakcijom.

Korak 4: Pokret se vrši u transverzalnoj ravni oko vertikalne ose koja prolazi kroz zglob ramena.

Korak 5: Mišići unutrašnje strane zgloba se skraćuju tokom pokreta, dok se mišići spoljašnje strane zgloba izdužuju.

Korak 6: Mišić je u koncentričnoj kontrakciji (Korak 3) i mišići unutrašnje strane zgloba ramena se skraćuju (Korak 5). Dakle, mišići unutrašnje strane zgloba aktivno vrše pokret: m. subscapularis, m. pectoralis major, m. deltoideus – prednja vlakna, m. latissimus dorsi i m. teres major vrše pokret.

PRIMER 4a

Korak 1: Pokret koji se vrši je spoljašnja rotacija.

Korak 2: Spoljašnja sila (lateralna rotacija) nastoji da izvrši rotaciju u zglobu ramena.

Korak 3: Pokret (spoljašnja rotacija) je isti kao i pokret koji stvara spoljašnja sila, te je potrebno postaviti pitanje „Kojom brzinom se izvodi pokret?“ Pokret se izvodi polako, tj. brzina je mala što znači da se mišići koji kontrolišu pokret aktivno izdužuju ekscentričnom kontrakcijom.

Korak 4: Pokret se vrši u transverzalnoj ravni oko vertikalne ose koja prolazi kroz zglob ramena.

Korak 5: Mišići unutrašnje strane zgloba se izdužuju, dok se mišići spoljašnje strane skraćuju.

Korak 6: Mišići su u ekscentričnoj kontrakciji (Korak 3) i mišići unutrašnje strane zgloba se istežu (Korak 5). Stoga mišići unutrašnje strane zgloba, medijalni rotatori aktivno kontrolišu

pokret (m. subscapularis, m. pectoralis major, m. deltoideus – prednja vlakna, m. latissimus dorsi i m. teres major).

PRIMER 4b

Korak 1: Pokret koji se izvodi je lateralna rotacija.

Korak 2: Spoljašnja sila (elastične trake) nastoji da izvrši lateralnu rotaciju u zglobu ramena.

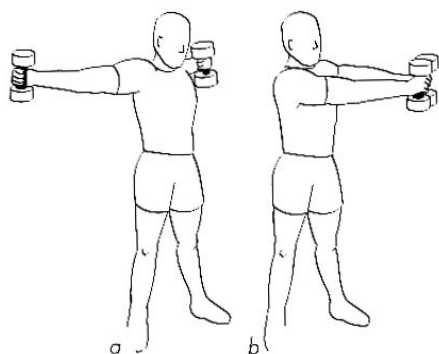
Korak 3: Pokret (lateralna rotacija) je isti kao i pokret koji stvara spoljašnja sila, te je potrebno postaviti pitanje “Kojom brzinom se izvodi pokret?” Pokret je brz, brzina je velika, što znači da se mišići koji kontrolišu pokret aktivno skraćuju koncentričnom kontrakcijom.

Korak 4: Pokret se vrši u transverzalnoj ravni oko vertikalne ose koja prolazi kroz zglob ramena.

Korak 5: Mišići unutrašnje strane zgloba se izdužuju tokom pokreta, dok se mišići spoljašnje strane zgloba skraćuju.

Korak 6: Mišići su u koncentričnoj kontrakciji (Korak 3) i mišići spoljašnje strane zgloba se skraćuju (Korak 5). Dakle, mišići spoljašnje strane zgloba aktivno izvode pokret. To su lateralni rotatori (m. infraspinatus, m. teres minor, m. deltoideus – zadnja vlakna).

PRIMER 5



Korak 1: Pokret koji se vrši je horizontalna adukcija (naziva se i horizontalna fleksija).

Korak 2: Na ovaj pokret ne utiče nijedna spoljašnja sila, jer je pokret paralelan sa podlogom (nema uticaja sile teže jer se pokret vrši u horizontalnoj ravni) i nema drugih spoljašnjih sila (npr. elastične trake).

Korak 3: Pokret (horizontalna adukcija) se vrši normalno na pravac delovanja sile teže, tako da se mišići aktivno skraćuju koncentričnom kontrakcijom kako bi savladali inerciju segmenata ruke.

Korak 4: Pokret se izvodi u transverzalnoj ravni oko vertikalne ose koja prolazi kroz zglob ramena.

Korak 5: Mišići prednje strane zgloba ramena se skraćuju tokom pokreta, dok se mišići zadnje strane zgloba istežu.

Korak 6: Mišići su u koncentričnoj kontrakciji (Korak 3) i mišići prednje strane zgloba se skraćuju (Korak 5). Dakle, mišići prednje strane zgloba aktivno izvode pokret. To su m. pectoralis major i m. deltoideus – prednja vlakna, prvenstveno izvode pokret.

PRIMER 5a

Korak 1: Pokret koji se izvodi je horizontalna abdukcija (naziva se i horizontalna ekstenzija).

Korak 2: Na pokret ne utiče nijedna spoljašnja sila jer je pokret paralelan sa podlogom (nema uticaja sile teže) i nema drugih spoljašnjih sila (npr.elastične trake).

Korak 3: Pokret (horizontalna abdukcija) se vrši normalno na pravac delovanja sile teže, tako da se mišići aktivno skraćuju koncentričnom kontrakcijom kako bi savladali inerciju segmenata ruke.

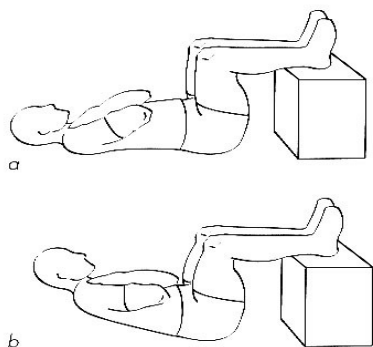
Korak 4: Pokret se vrši u transverzalnoj ravni oko vertikalne ose u zglobu ramena.

Korak 5: Mišići zadnje strane zgloba se skraćuju tokom pokreta, dok se mišići prednje strane istežu.

Korak 6: Mišići su u koncentričnoj kontrakciji (Korak 3) i mišići prednje strane zgloba se skraćuju (Korak 5). Stoga mišići zadnje strane zgloba aktivno izvedu pokret. To su m. deltoideus – zadnja vlakna, m. teres major i m. latissimus dorsi.

Analiza kičmeni stub

PRIMER 6



Korak 1: Pokret koji se vrši je fleksija.

Korak 2: Spoljašnja sila (sila teže) nastoji da izvrši ekstenziju trupa.

Korak 3: Pokret (fleksija) je suprotan pokretu koji vrši spoljašnja sila, tako da se mišići aktivno skraćuju koncentričnom kontrakcijom.

Korak 4: Pokret se vrši u sagitalnoj ravni oko većeg broja osa koje prolaze kroz pršljenove kičmenog stuba.

Korak 5: Mišići prednje strane zgloba se skraćuju tokom pokreta, dok se mišići zadnje strane istežu.

Korak 6: Mišići su u koncentričnoj kontrakciji (Korak 3) i mišići prednje strane zgloba se skraćuju (Korak 5). Stoga mišići prednje strane zgloba aktivno kontrolišu pokret. Dakle, m. rectus abdominis, m.obliquus internus i m. obliquus externus vrše pokret.

PRIMER 6a

Korak 1: Pokret koji se vrši je ekstenzija.

Korak 2: Spoljašnja sila (sila teže) nastoji da izvrši ekstenziju trupa.

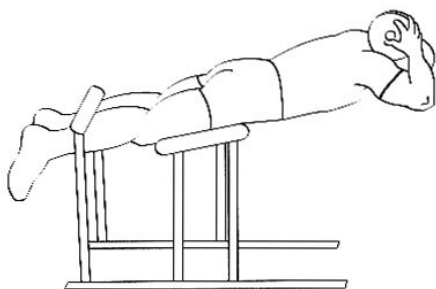
Korak 3: Pokret (ekstenzija) je isti kao i pokret koji vrši spoljašnja sila, te je potrebno postaviti pitanje „Kojom brzinom se izvodi pokret?“. Pokret se izvodi polako, što znači da se mišići koji kontrolišu pokret aktivno istežu ekscentričnom kontrakcijom.

Korak 4: Pokret se vrši sagitalnoj ravni oko višestrukog broja osa koje prolaze kroz različite kičmene pršljenove.

Korak 5: Mišići prednje strane zgloba se izdužuju, dok se mišići zadnje strane skraćuju.

Korak 6: Mišići su u ekscentričnoj kontrakciji (Korak 3) i mišići prednje strane zgloba se izdužuju (Korak 5). Dakle, mišići prednje strane zgloba aktivno kontrolišu pokret. Prema tome, m. rectus abdominis kome pomažu m. obliquus internus i m. obliquus externus opet vrše pokret.

PRIMER 7



Korak 1: Trup je potpuno opružen – izdržaj (tj. u anatomsom položaju).

Korak 2: Spoljašnja sila bi izvršila pokret kada bi delovala izolovano, ovako nema uticaja.

Korak 3: Pokreta nema, mišići su u izometrijskoj kontrakciji.

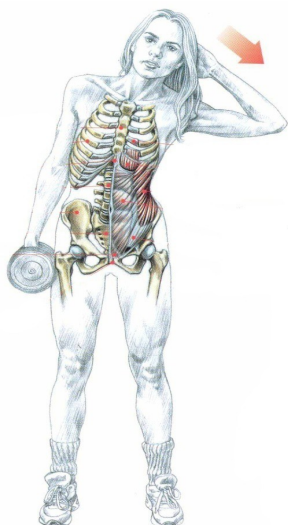
Korak 4: Kada bi došlo do pokreta, sila teže bi izvršila fleksiju trupa u sagitalnoj ravni oko većeg broja osa koje prolaze kroz pršljenove kičmenog stuba.

Korak 4: Kada bi došlo do pokreta, sila teže bi izvršila fleksiju trupa u sagitalnoj ravni oko većeg broja osa koje prolaze kroz pršljenove kičmenog stuba.

Korak 5: Pripoji se ne pomeraju, zbog statičke kontrakcije. Mišići prednje strane zgloba bi se skratili tokom pokreta (kada bi do njega došlo), dok bi se mišići zadnje strane istežali.

Korak 6: Mišići su u izometrijskoj kontrakciji (Korak 3). Da bi se sprečila promena dužine mišića sa obe strane trupa (Korak 5), mišić zadnje strane (m. erector spinae) mora biti aktivan kako bi sprečio fleksiju trupa i suprotstavio se sili teže.

ZADATAK 8



Korak 1. Lateralna fleksija na levu stranu-trup

Korak 2. Lateralna fleksija na desnu stranu (teg)

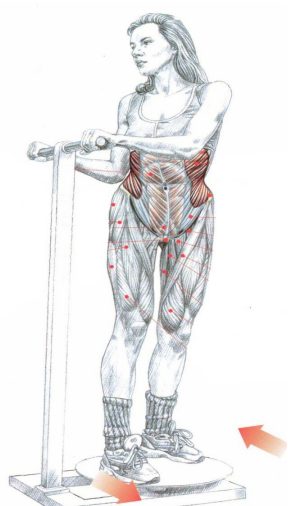
Korak 3. Koncentrična kontrakcija

Korak 4. Frontalna ravan, sagitalna osa

Korak 5. “Unutrašnja” strana se skraćuje, “spoljašnja” se izdužuje

Korak 6. m. obliquus internus, m. obliquus externus, m. rectus abdominis, m. pyramidalis, m. quadratus lumborum

ZADATAK 9



Korak 1. Rotacija-trup

Korak 2. Nema uticaja

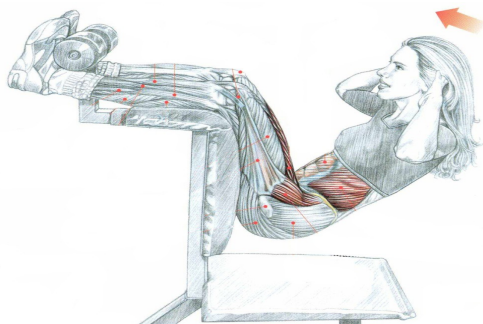
Korak 3. Koncentrična kontrakcija

Korak 4. Horizontalna ravan, vertikalna osa

Korak 5. “Unutrašnja” strana se skraćuje, “spoljašnja” se izdužuje

Korak 6. m. obliquus internus, m. obliquus externus, m. rectus abdominis, m. pyramidalis

ZADATAK 10



Korak 1. Fleksija-kuk

Korak 2. Ekstenzija

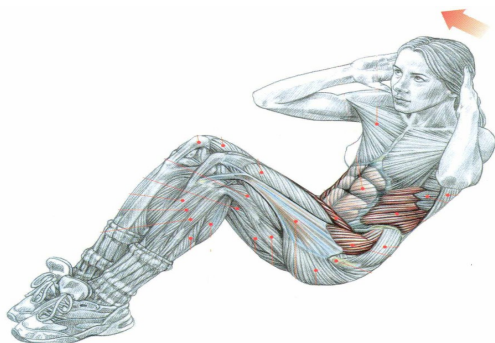
Korak 3. Koncentrična kontrakcija

Korak 4. Sagitalna ravan, frontalna osa

Korak 5. Prednja strana se skraćuje, zadnja se izdužuje

Korak 6. m. rectus abdominis, m. obliquus internus, m. obliquus externus, m. tensor fasciae latae, m. rectus femoris

ZADATAK 11



Korak 1. Fleksija-kuk

Korak 2. Ekstenzija

Korak 3. Koncentrična kontrakcija

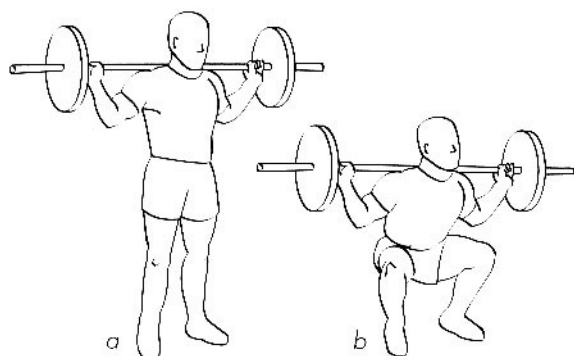
Korak 4. Sagitalna ravan, frontalna osa

Korak 5. Prednja strana se skraćuje, zadnja se izdužuje

Korak 6. m. rectus abdominis, m. obliquus internus, m. obliquus externus

Analiza - noga

PRIMER 12



Korak 1: Pokreti koji se vrše su fleksija u kuku i kolenu i dorzalna fleksija u skočnom zglobu.

Korak 2: Spoljašnja sila (sila teže) nastoji da izvrši fleksiju kuka i kolena i dorzalnu fleksiju skočnog zgloba.

Korak 3: Pokreti koji se izvode su isti kao i pokreti koje stvara spoljašnja sila, te je potrebno postaviti pitanje “Kojom brzinom se izvodi pokret?”. Brzna je mala, pokret je spor, što znači da se mišići koji kontrolišu pokret aktivno skraćuju ekscentričnom kontrakcijom u sva tri zgloba.

Korak 4: Pokret se vrši u sagitalnoj ravni oko osa koje prolaze kroz kuk, koleno i skočni zglob.

Korak 5: Mišići prednje strane zgloba kuka se skraćuju, dok se mišići zadnje strane skočnog zgloba istežu. U zglobu kolena se mišići prednje strane istežu, dok se mišići zadnje strane skraćuju. U skočnom zglobu se mišići prednje strane skraćuju, a mišići zadnje strane istežu.

Korak 6: Mišići su u ekscentričnoj kontrakciji (Korak 3). Mišići zadnje strane zgloba kuka i skočnog zgloba se istežu (Korak 5). U zglobu kolena se mišići prednje strane istežu (Korak 5). Dakle, fazu spuštanja prilikom čučnja kontroliše ekscentrična kontrakcija mišića ekstenzora kuka (m. gluteus maximus, m. semitendinosus, m. semimembranosus, m. biceps femoris - duga glava, m. adductor magnus - zadnja vlakna) i plantarnih fleksora (m. soleus i m. gastrocnemius uz malu pomoć m. peroneus longus i m. peroneus brevis, m. tibialis posterior, m. flexor hallucis longus, m. flexor digitorum longus i m. plantaris).

PRIMER 12a

Korak 1: Pokret koji se vrši u kuku i kolenu je ekstenzija, a u skočnom zglobu plantarna fleksija.

Korak 2: Spoljašnja sila (sila teže) nastoji da izvrši fleksiju kuka i kolena i dorzalnu fleksiju skočnog zgloba.

Korak 3: Pokreti koji se vrše su suprotni pokretima koje stvara spoljašnja sila, tako da se mišići aktivno skraćuju koncentričnom kontrakcijom u sva tri zgloba.

Korak 4: Pokreti se vrše u sagitalnoj ravni oko osa koje prolaze kroz kuk, koleno i skočni zglob.

Korak 5: Mišići prednje strane zgloba kuka se istežu, dok se mišići zadnje strane skraćuju. U zglobu kolena se mišići prednje strane skraćuju, a mišići zadnje strane istežu. U skočnom zglobu se mišići prednje strane istežu, dok se mišići zadnje strane skraćuju.

Korak 6: Mišići su u koncentričnoj kontrakciji (Korak 3). Mišići prednje strane zgloba kuka i skočnog zgloba se skraćuju (Korak 5). U zglobu kolena, mišići prednje strane zgloba (Korak 5) se skraćuju. Prema tome, faza podizanja iz čučnja nastaje koncentričnom kontrakcijom ekstenzora kuka (m. gluteus maximus, m. semitendinosus, m. semimembranosus, m. biceps femoris - duga glava, m. adductor magnus - zadnja vlakna), ekstenzora kolena (m. vastus medialis, m. vastus lateralis, m. vastus intermedius, m. rectus femoris) i plantarnih fleksora (m. soleus i m. gastrocnemius uz malu pomoć m. peroneus longus i m. peroneus brevis, m. tibialis posterior, m. flexor hallucis longus, m. flexor digitorum longus i m. plantaris).

Literatura

1. Anderson, B. (2006). *Stretching*. Gopal. Zagreb.
2. Behnke, R.,S. (2006). *Kinetic Anatomy*. Human Kinetics. USA
3. Bubanj, R. (1998). *Osnovi primenjene biomehanike u sportu*. Niš, Novi Sad. Pergament
4. Bubanj, R. (2000). *Osnovi primenjene biomehanike u kineziologiji*. Niš, Novi Sad. Pergament
5. Dejanović, A., Fratrić, F. (2007). Kičmeni stub, (ne)trening i deca. Naučna monografija. Novi Sad
6. Lidell, L. i Thomas, S. (1990). *Sve o masaži: istočne i zapadne tehnike*. Mladinska knjiga. Zagreb, Ljubljana.
7. McGinnis, P. (2004). *Biomechanics of Sport and Exercise*. Human Kinetics. USA
8. Nagavani, C. *Text book of biomechanics and exercise therapy*. Susruta college of physiotherapy Dilshuknagar, Hyderabad
9. Opavsky, P. (1982). *Osnovi biomehanike*. Zavod za izdavanje udžbenika. Beograd