



PREŠOVSKÁ UNIVERZITA V PREŠOVE

Fakulta zdravotníctva

Katedra fyzioterapie

Učebný text

Kineziológia a patokineziológia

Vybrané kapitoly

PhDr. Kamila Kociová

Prešov 2008

„Dajte mi pevný bod a vychýlim zemeguľu z jej dráhy“

Archimedes

OBSAH

I. POSTURÁLNA STABILITA A HLBOKÝ STABILIZAČNÝ SYSTÉM

Posturálna stabilizácia a centrácia kĺbov.....	4
Svalová systematizácia.....	6
Stabilizačný systém.....	7
Hlboký stabilizačný systém chrbtice.....	8
Stabilizačná funkcia bránice.....	11
Stabilizačná funkcia brušného svalstva a svalov panvového dna.....	16
Stabilizačná funkcia paravertebrálnych svalov – extenzorov chrbtice.....	19
Posturálny vzor stabilizácie chrbtice vo fyzioterapeutických konceptoch.....	22

II. KINETICKÉ A SVALOVÉ REŤAZCE

Biokinetické reťazce.....	25
Voľnosť a mobilita reťazca.....	28
Úloha kinetických reťazcov vo vývoji motoriky človeka.....	29
Kinetické reťazce v reedukácii pohybových funkcií.....	31
Svalové slučky a reťazce.....	32
Svalové reťazce v osovom orgáne.....	34
Stavba jednotlivých svalových slučiek a reťazcov.....	35

Použitá literatúra.....	43
--------------------------------	-----------

I. POSTURÁLNA STABILITA A HLBOKÝ STABILIZAČNÝ SYSTÉM

Posturálna stabilizácia a centrácia klbov.

Bolesti chrbta sú jedným z najčastejších príčin návštevy lekára a tiež jednou z častých príčin pracovnej neschopnosti. Podľa štatistík až u 60-80% pacientov s akútnym vertebrogénnym ochorením v driekovej oblasti tzv. „low back pain“ (LBP), dôjde po odznení akútnych prejavov približne do roka k recidíve. Pohľad na etiopatogenézu vertebrogénnych problémov sa neustále vyvíja. Napriek tomu u vysokého percenta pacientov nevieme určiť presnú diagnózu vzhľadom k nedostatočne vyznačenej väzbe medzi príznakmi, patologickými zmenami a výsledkami zobrazovacích metód. Hlavnou príčinou, prečo nevieme dostatočne diagnosticky prepojiť nález morfológický, neurologický a subjektívne problémy, je nedostatočné funkčné vyšetrenie, alebo jeho podceňovanie. Niektoré morfológické nálezy v oblasti chrbtice, je potrebné zhodnotiť aj z pohľadu celkovej postúry, pretože zmeny zakrivenia, či porucha stability vyvolávajú reakciu v celej chrbtici.

Pre úspešnú terapiu je potrebné motivovať pacienta ku kvalitnému domácejmu cvičeniu a **úprave životného režimu**.

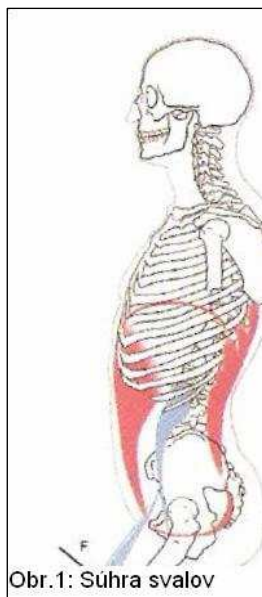
Lumbálna oblasť chrbtice je najčastejším zdrojom akútnych či chronických problémov spojených s bolesťou a následným antalgickým držaním, ktoré vedie k zmene pohybových stereotypov, a k vzniku disbalancie, ktoré vedú zase k bolesti. Jednou z možností ako vystúpiť z tohto „bludného kruhu“ je **progresívna dynamická stabilizácia**, ktorá zlepšuje aktívnu stabilizáciu a tým celkovú stabilitu príslušného úseku chrbtice.

Posturálnu stabilitu (PS) chápeme ako aktívne držanie segmentov tela proti pôsobeniu vonkajších síl, z ktorých dominuje tiažová sila, riadené CNS. Ide o aktivitu, ktorá spevňuje pohybové segmenty tela, t.j. **aktívne držanie segmentov**. Niektorí autori považujú PS za schopnosť udržať ťažisko tela nad opornou plochou.

Posturálna stabilizácia nie je synonymom pre bipedálny postoj!

Pri každom pohybe segmentu tela (dvíhnutie bremena, držanie bremena, pôsobenie končatiny proti odporu aj bez neho, odrazové úsilie...) je vždy generovaná kontrakčná svalová sila, ktorá je potrebná na prekonanie odporu. Tá je prevedená systémom pákového usporiadania segmentov tela na celý pohybový systém, kde vyvolá reakčnú svalovú silu. Účelom tejto reakcie je spevnenie jednotlivých segmentov (klbov), aby sa získal čo najstabilnejší „punctum fixum“ a aby klby odolávali účinkom vonkajších síl.

Žiadny cielený pohyb nie je možné vykonať bez úponovej stabilizácie svalu, ktorý daný pohyb vykonáva. Pri posudzovaní posturálnej stability má kľúčové postavenie panva – jej postavenie v sagitálnej aj frontálnej rovine. Keďže panva je nepohyblivou časťou osového skeletu, jej polohu určuje orientácia L-S prechodu a bedrových kĺbov. Celková stabilita LS chrbtice teda zahŕňa **stabilitu pasívnu** – stavce, disky, ligamenta a **aktívnu** – **svaly**. Stabilitu kĺbu by sme mali teda chápať ako stav, kedy je najmenej namáhané kĺbne puzdro, periartikulárne svaly pracujú v čo najlepšej spolupráci a pohyb je vykonávaný čo najekonomickejšie. Efektívna stabilizácia spočíva v správnom nastavení segmentov voči sebe pri danej posturálnej a pohybovej úlohe, teda **centrácia segmentu**. Odlišujeme ortopedické poňatie centrácie, ktoré má vzťah k morfolologickej kvalite kĺbu. Tá je vyjadrená pojmami centrácia, decentrácia, sublúxácia a luxácia, ktoré popisujú postavenie kĺbu. **Funkčnou centráciou** ale rozumieme také kĺbne postavenie, ktoré umožňuje optimálne statické zaťaženie. Centrované postavenie by však nemalo byť len určitou statickou polohou segmentov, ale práve vyváženou svalovou aktivitou, ktorá k tomu centrovanému držaniu v každom postavení v priebehu pohybu smeruje. V tomto kontexte je lepšie hovoriť o **dynamickej centrácii** a stabilizácii segmentu, ktorá zároveň vyjadruje aktívny proces v určitej polohe aj v priebehu pohybu, funkcii, či schopnosti organizmu. Stabilita je potom stav, ku ktorému tento proces vedie. Miera stability či stabilizácie odpovedá v tomto zmysle čo najlepšej centrácii.



Obr.1: Súhra svalov

Ak chceme vykonať flexiu v bedrovom kĺbe (obr. 1), je potrebné spevniť chrbticu a panvu, úponové začiatky flexorov bedra (m. rectus femoris, m. iliopsoas, m. sartorius). S pohybom bedrového kĺbu sú takto spojené extenzory chrbtice, brušné svaly, bránica, panvové dno atď. Aktivita svalov, ktoré stabilizujú segment, generuje aktivitu v ďalších svaloch, s ktorých úponmi súvisí. Každý pohyb v jednom segmente je tak prevedený do celej postúry, teda do celého tela. Neexistuje pohyb HK alebo DK bez spevnenia (stabilizácie) trupu ako celku. Zatiaľ čo v tomto prípade flexia v BK je vôľovým pohybom, tak stabilizačná funkcia svalov prebieha bez nášho vôľového prispenia, je teda automatická.

Svalová systematizácia

Už Janda rozdelil svaly, či svalové skupiny na tonické – ontogeneticky staršie a fázické – ontogeneticky mladšie, pričom zdôraznil, že obe skupiny majú zároveň aj funkciu posturálnu. Kvalita postúry je potom daná tým, nakoľko, kedy a ako kvalitne sú jednotlivé svaly či celé svalové skupiny včlenené do posturálnej funkcie.

Z pohľadu priamej participácie na stabilizácii segmentu je užitočné delenie svalového systému na stabilizátory lokálne a globálne.

Lokálne stabilizátory súvisia priamo so segmentálnou stabilitou. Pri ich aktivite dochádza len k minimálnej zmene ich dĺžky. Tieto najkratšie vlákna sú zodpovedné skôr za nastavenie jedného segmentu voči druhému a tak sú dôležité pri procese centrácie.

Globálne stabilizátory sa zúčastňujú viac na pohybe silovom, rýchlom, menej presnom. Presahujú často viac kĺbov a sú organizované vo forme svalových reťazcov či svalových slučiek.

Z hľadiska kineziológie nie je však možné, aby jednotlivé lokálne svaly v stabilizačnej funkcii pracovali izolovane.

Tab.1: Príklad delenia stabilizačného systému

Lokálne stabilizátory	Globálne stabilizátory
m. transversus abdominis	m. OAE, m. OAI
mm. multifidi a rotatores	m. iliopsoas
mm. intertransversarii	m. QL pars iliocostalis
mm. interspinales	m. rectus abdominis
m. longissimus pars lumbalis	m. erector spinae
m. iliocostalis lumbalis pars lumbalis	m. longissimus, pars thoracika
m. QL pars iliolumbalis a costovertebralis	m. iliocostalis lumbalis, pars thoracika
m. OAI časť torakolumbálnej fascie	m. latissimus dorsi
m. psoas maior, zadné vlákna	m. gluteus maximus, m. biceps femoris

Stabilizačný systém

Z terapeutického hľadiska je za stabilizačný systém väčšinou považovaný tzv. hlboký stabilizačný systém (HSS), posturálny systém, alebo axiálny systém.

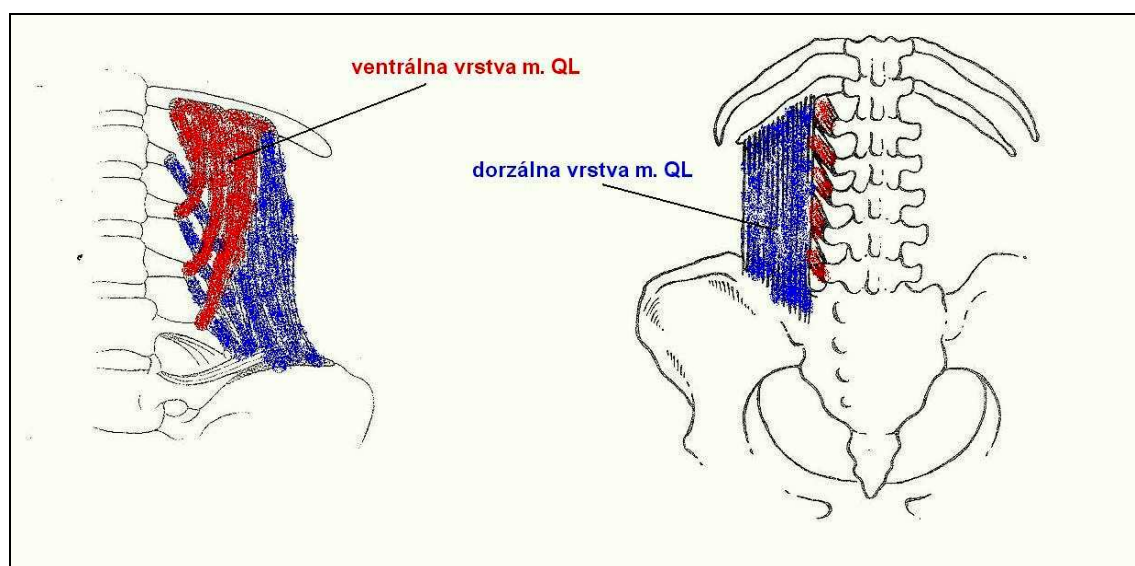
Ak uvažujeme o svalovom systéme ako celku, je jasné že od seba nemôžeme oddeliť systém tonický, či fázický, globálny či lokálny. Oba systémy sa navzájom facilitujú, samozrejme pod kontrolou CNS. Ani jeden systém nedokáže potrebnú stabilitu určitej oblasti v požadovanej kvalite dosiahnuť sám o sebe. Z hľadiska priority je pre kvalitu funkcie pohybového systému dôležitejší lokálny, hlboký systém, ktorý podmieňuje ekonomickú prácu veľkých globálnych svalov a nie naopak.

Tab.2: Prevažujúce vlastnosti lokálnych a globálnych svalov v rámci stabilizačného systému

Hľadisko	Lokálne stabilizátory	Globálne stabilizátory
Anatómia	Intersegmentálny priebeh	Často multiartikulárny priebeh
Histológia	„tonické“ motorické jednotky Svalové vlákna typu I.	„fázické“ motorické jednotky Svalové vlákna typu II.
E metabolizmus	viac mitochondrií, oxidatívny metabolizmus, nižšia unaviteľnosť	málo mitochondrií, glykolytický metabolizmus, vyššia unaviteľnosť
Funkcia	Anticipácia, propiocepcia, lokálna, segmentálna, dynamická centrácia, priama kontrola neutrálnej zóny	„vonkajšia“ stabilita, silový pohyb, výrazný odpor kladený pohybu, prevod síl a zaťaženia medzi končatinami a trupom

Hlboký stabilizačný systém chrbtice

V literatúre sú „hlboké stabilizačné svaly“ (HSS) opisované veľmi neurčito a nejednotne. Väčšinou sa spomína „populárny“ m. transversus abdominis (TrA), mm. multifidi, bránica, m. psoas major (len jeho zadná časť) a v cervikálnej oblasti hlboké flexory krku. Samotný termín „hlboký stabilizačný systém“ označuje **lokálne svaly chrbtice a funkčnú stabilizačnú jednotku driekovej chrbtice**, ktorú tvoria: m. TrA, svaly panvového dna, bránica, mm. multifidi, m. serratus posterior inferior, kostovertebrálne a iliovertebrálne vlákna m. quadratus lumborum (QL).



Obr.2: m. quadratus lumborum

HSS je len jeden, ale z hľadiska kliniky, aj didaktiky ho môžeme rozdeliť na viac oblastí. Keďže pre vlastný fyziologický vývoj chrbtice je zásadná spolupráca medzi ventrálnou a dorzálnou muskulatúrou, môžeme ju (anatomicky aj funkčne) rozdeliť na oblasti:

- a) Krčnej a hornej hrudnej chrbtice
- b) a oblasť dolnej hrudnej a driekovej chrbtice.

V **cervikálnej oblasti** rovnováhu vnútorných síl zabezpečuje súhra medzi:

1. *strednou vrstvou extenzorov , ktoré

tvoria:

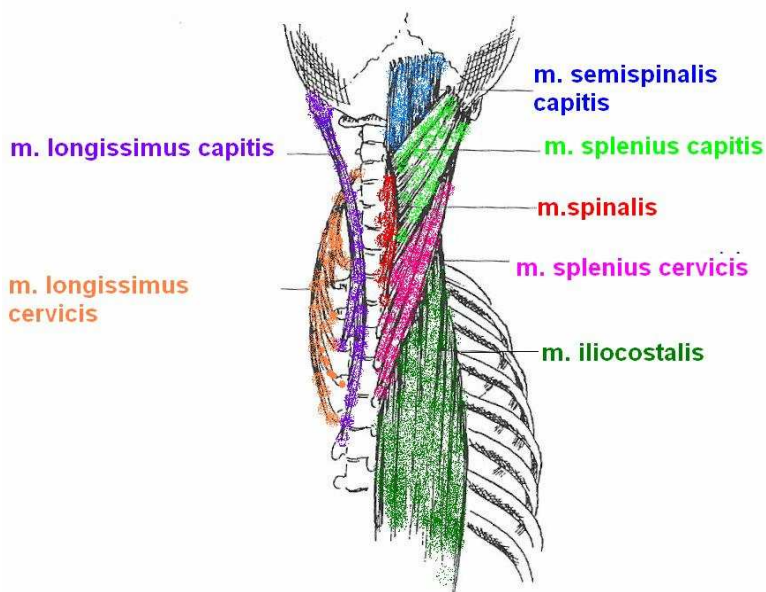
m. semispinális capitis et cervicis

m. splenius capitis

m. splenius cervicis

m. longissimus capitis

m. longissimus cervicis



*Hlbokú vrstvu tvoria krátke extenzory,

ktoré spájajú hlavu, atlas a axis. Patria

sem: m. rectus capitis posterior minor et

major a m. obliquus capitis superior et inferior

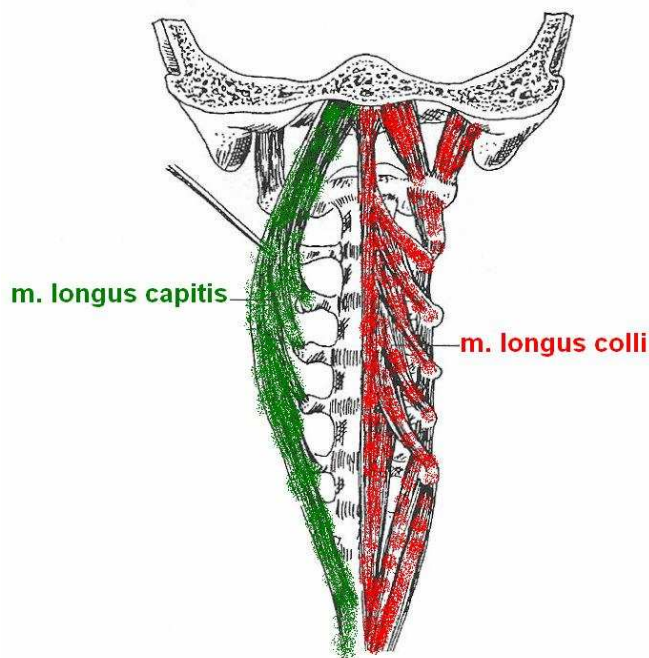
(Vélé, 1997)

2. ventrálne uloženou hbokou

vrstvou svalov:

m. longus capitis

m. longus colli



Obr.3, 4: Stabilizačné svaly v oblasti krčnej chrbtice

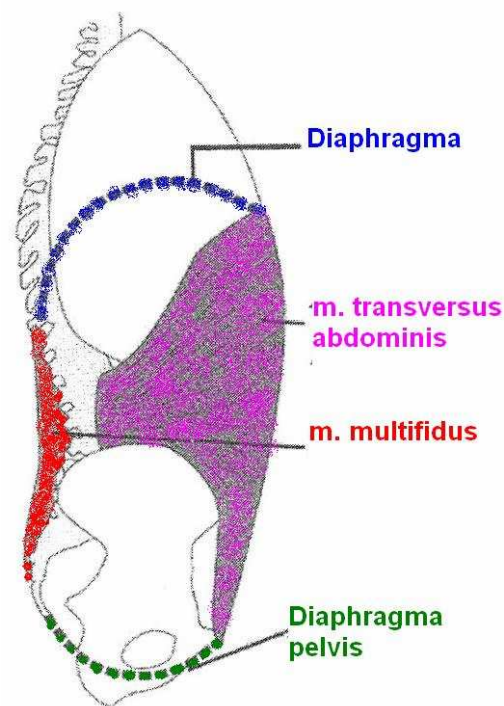
V drierkovej oblasti má rozhodujúci význam súhra medzi:

1. **extenzormi dolnej Th - L chrbtice**, z ktorých podstatný význam majú mm. multifidi (ich oslabenie vedie k recidivujúcej bolesti v L-S oblasti)
2. **a flexormi**, ktoré sú tvorené funkčnou súhrou – synergiou
 - bránice,
 - brušných svalov
 - a svalov panvového dna.

Táto flekčná synergia stabilizuje chrbticu z ventrálnej strany a to prostredníctvom vnútrobrušného lisu.

Táto svalová súhra dozrieva v priebehu posturálneho vývoja a participuje na vývoji spino-pelvi-femorálnych vzťahoch, pretože formuje lordoticko-kyfotické zakrivenie chrbtice.

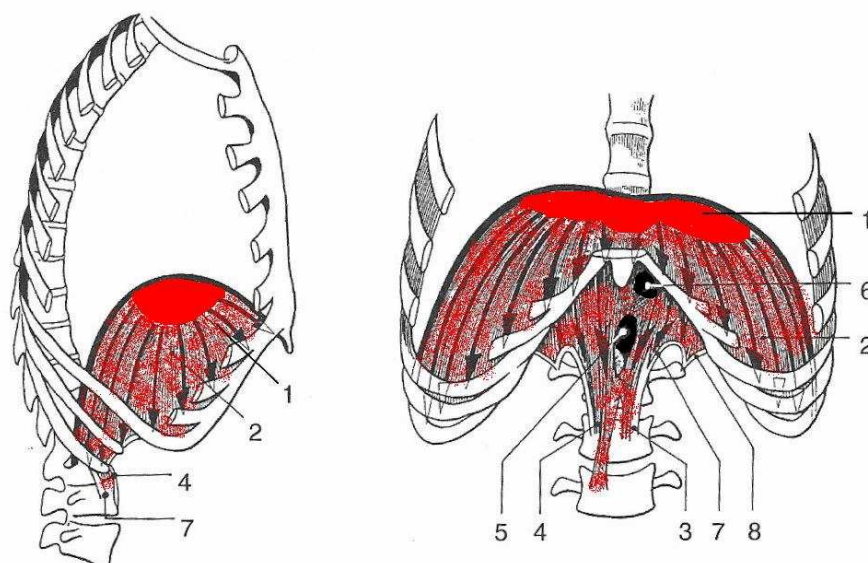
Kineziologický vzor posturálnej stabilizácie chrbtice je integrovaný do všetkých našich pohybov. Najčastejším problémom je insuficiencia prednej stabilizácie chrbtice a naopak prevaha extenčnej aktivity povrchových svalov chrbtice.



Svalový stabilizačný systém L oblasti môžeme rozdeliť na stabilizátory globálne a lokálne.

- **Globálny systém** je zodpovedný za „vonkajšiu“ stabilitu a umožňuje prevod síl medzi trupom a končatinami. Radíme tu m. latissimus dorsi, m. gluteus maximus, m. erector spinae, m. biceps femoris, mm. abdomini externi a interni, m. rectus abdominis...
- **Lokálne stabilizátory** sú zodpovedné za priamu segmentálnu stabilitu. Za lokálne stabilizátory L oblasti považujeme m. transversus abdominis (m. TrA) a mm. multifidi, ktoré sú súčasťou hlbokého stabilizačného systému. Ich oslabenie vedie k recidivujúcej bolesti v L-S oblasti. Dôležitá je ich kokontrakcia so svalmi panvového dna a bránice. Inštruovaná kontrakcia panvového dna priamo uľahčuje aktiváciu m. transversus abdominis.

Stabilizačná funkcia bránice



Diaphragma - bránica

1 - centrum tendineum, 2 - vlákna jdoucí od centra k obvodu hrudníku, 3, 4 - crura bránice k tělům obratlů, 5 - otvor pro esofagus, 6 - otvor pro aortu, 7 - úpon bránice na m. psoas, 8 - úpon bránice na m. quadratus lumborum

Bránica - diafragma je plochý sval priečne oddeľujúci dutinu hrudnú od dutiny brušnej. Jej svalové snopce začínajú po obvode dolnej časti hrudníka na rebrách, dolnej časti hrudnej kosti a prvých dvoch drienkových stavcoch. Všetky snopce sa zbiehajú do šľachovitého stredu – *centrum tendineum*, ktorý sa pri výdychovom postavení nachádza relatívne vysoko v hrudnej dutine v úrovni 4. – 5. medzirebrového priestoru, čo dáva bránici tvar kupoly. Pri nádychu sa svalové snopce bránice koncentricky kontrahujú a sťahujú centrum tendineum caudadne do brušnej dutiny. Kupola sa takto oplošťuje a vyvoláva tlak na orgány brušnej dutiny. Tento tlak sa prenáša až do panvovej oblasti. Aby nedošlo k vyklenutiu panvových orgánov, kontrahuje sa súčasne s bránicou koncentricky aj svalstvo panvového dna. Bránica a panvové dno tak tvoria akési dva piesty, ktoré pôsobia proti sebe zhora a zdola, čím roztláčajú orgány brušnej dutiny do ostatných smerov – dopredu, dozadu a do strán. Tu sa potom uplatňuje funkcia m. TrA, ktorý sa aktivuje excentricky a brzdí pohyb obsahu brušnej dutiny dopredu a do strán. Preto sa pri nádychu zväčšuje obvod pásu. Krátke, hlboko uložené intersegmentálne svaly chrbtice, vytvárajú svojou aktivitou oporu z dorzálnnej strany.

Koordinovaná aktivita bránice, brušných svalov a svalov panvového dna vyvíja a nastavuje vnútrobrušný tlak. Pri tom sa obsah brušnej dutiny správa ako viskózny-elastický

stĺpec, ktorý poskytuje oporu driekovej chrbtici a vyvažuje funkciu extenzorov. V tejto stabilizačnej funkcii má teda zásadný význam bránica, ktorej funkcia sa vzhľadom na jej „neviditeľnosť“ často nedoceňuje.

Tonická funkcia bránice, ktorá už bola experimentálne dokázaná, sa zamieňa za funkciu brušných svalov. Aktivácia bránice v posturálnom režime je podmienkou každej pohybovej činnosti a jej intenzita rozhoduje o tom, či dychová a posturálna funkcia si

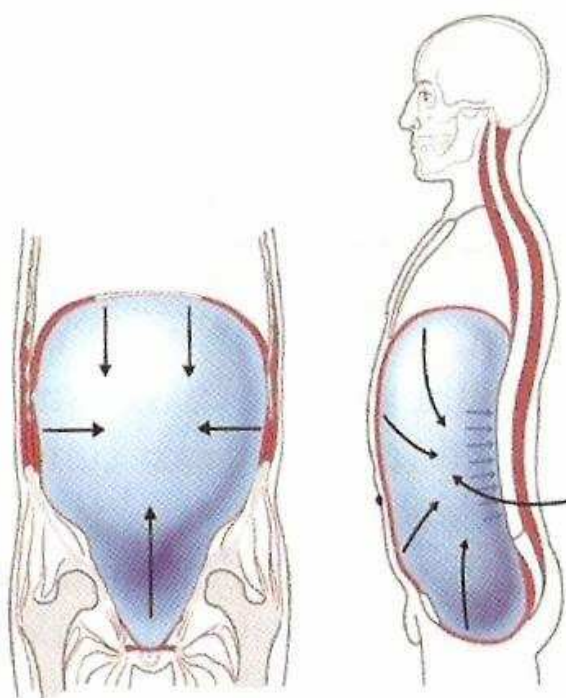
- konkurujú
- prebiehajú paralelne
- prebiehajú synchronizovane
- alebo dôjde až k apnoickej pauze, počas ktorej je respiračné svalstvo zapojené plne v prospech postúry za cenu krátkej hypoxie.

Pri stabilizačnej funkcii bránice dôjde pri dýchaní k splošteniu konvexnej kontúry a dýchanie prebieha pri zvýšenom tonickom napätí bránice.

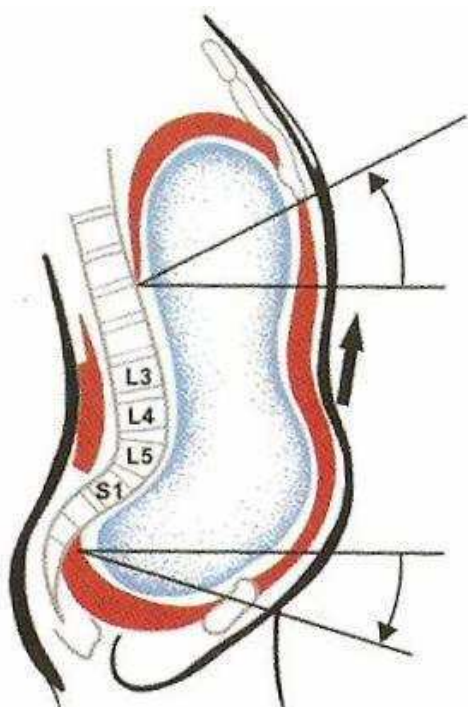
Na vrchole, alebo tesne po skončení vrcholného úsilia, napr. pri ťažkej práci, či športovom výkone, dochádza k uvoľneniu a prudkému výdychu, ktorý môže byť sprevádzaný akustickým prejavom z prudko rozkmitaných hlasiviek.

Stabilizačná funkcia bránice musí byť zachovaná aj počas dýchacieho režimu, čo označujeme ako stabilizačný dychový stereotyp. Pre synchronizáciu stabilizačnej a dychovej funkcie bránice je potrebné a dôležité, aby respiračné pohyby bránice prebiehali pri jej oploštenej konvexnej kontúre, t.j. pri jej **bazálnej tonickej aktivite**.

Stabilizačná funkcia bránice je závislá na jej tvare a ten je určený tvarom dolnej hrudnej apretúry. Hrudná dutina, ktorá je u novorodencov v transverzálnom reze oválna (s dlhšou ventrodorzálnou osou), postupne mení svoj tvar. Pre zapojenie bránice do stabilizácie postúry je z funkčného a biomechanického hľadiska podstatné postavenie predozadnej osi bránice, resp. centrum tendineum. Táto os je za fyziologických podmienok nastavená horizontálne, tým je v horizontále aj celá bránica a môže svojou kaudálnou tonickou aktiváciou vytvoriť potrebný tlak v brušnej dutine. Bránica tak pôsobí ako piest.



Svalová súhra medzi autochónnou muskulatúrou, bránicou, svalmy panvového dna a brušnými svalmi za fyziologickej situácie. Predozadná os spájajúca pars sternalis a kostofrenický uhol bránice je nastavená takmer horizontálne. Podobne je to aj u panvového dna. Za patologickej situácie je táto os zošikmená.

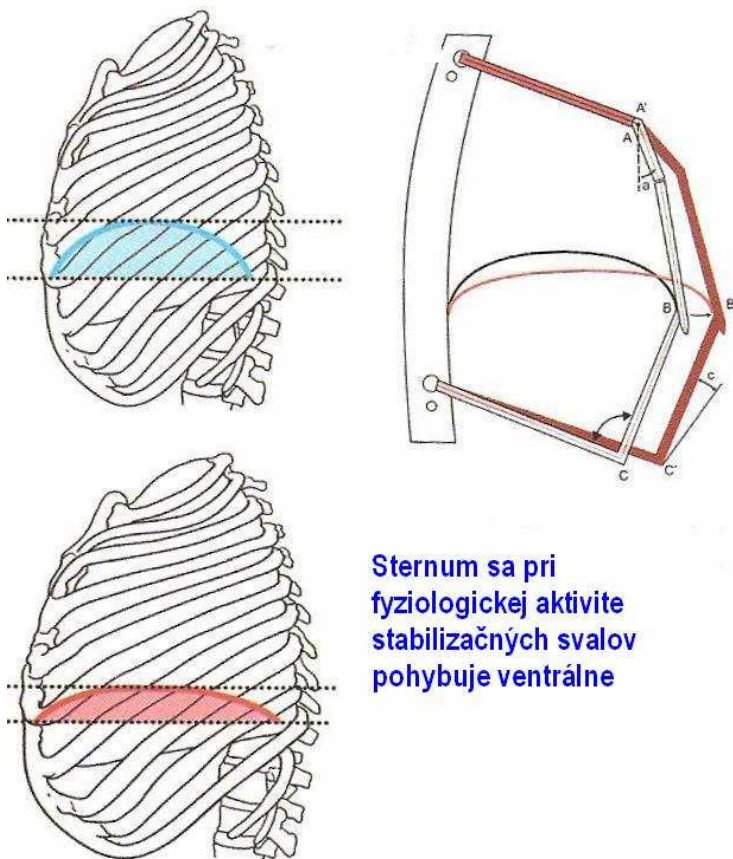


Stabilizačná funkcia bránice pri nedostatočnom rozšírení dolnej hrudnej apertúry je spojená so zošikmením predozadnej osy bránice. Pri tom dochádza k hypertonickej aktivite paravertebrálnych svalov s maximom v torakolumbálnom prechode.

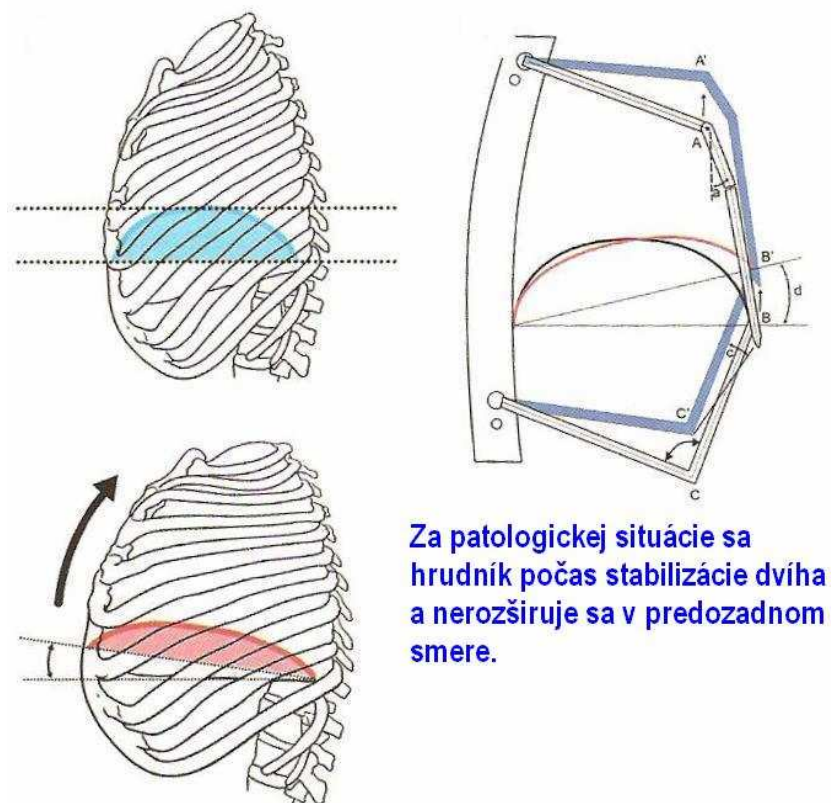
Zapojenie bránice do stabilizácie trupu je spojené s pohybmi v kostovertebrálnych kĺboch. Pohyby v týchto kĺboch, tvar rebier a sternokostálna synchondróza umožňujú bránici, aby sa pri aktivácii rovnomerne rozprestierala v transverálnej rovine. Sternum sa počas stabilizačnej funkcie bránice za fyziologických podmienok pohybuje ventrálne. Pritom predozadná os bránice je stále v horizontále, čo je možné aj za predpokladu, že sa rozširujú medzirebrové priestory.

Ak je bránica insuficientná:

- pohyb sternu je kranio-kaudálny
- nedôjde k laterálnemu rozšíreniu dolnej hrudnej apertúry
- medzirebrové priestory sa nerozširujú a tak vzniká
- nadmerná aktivita extenzorov chrbtice, ktorou sa kompenzuje táto nedostatočná funkcia bránice.



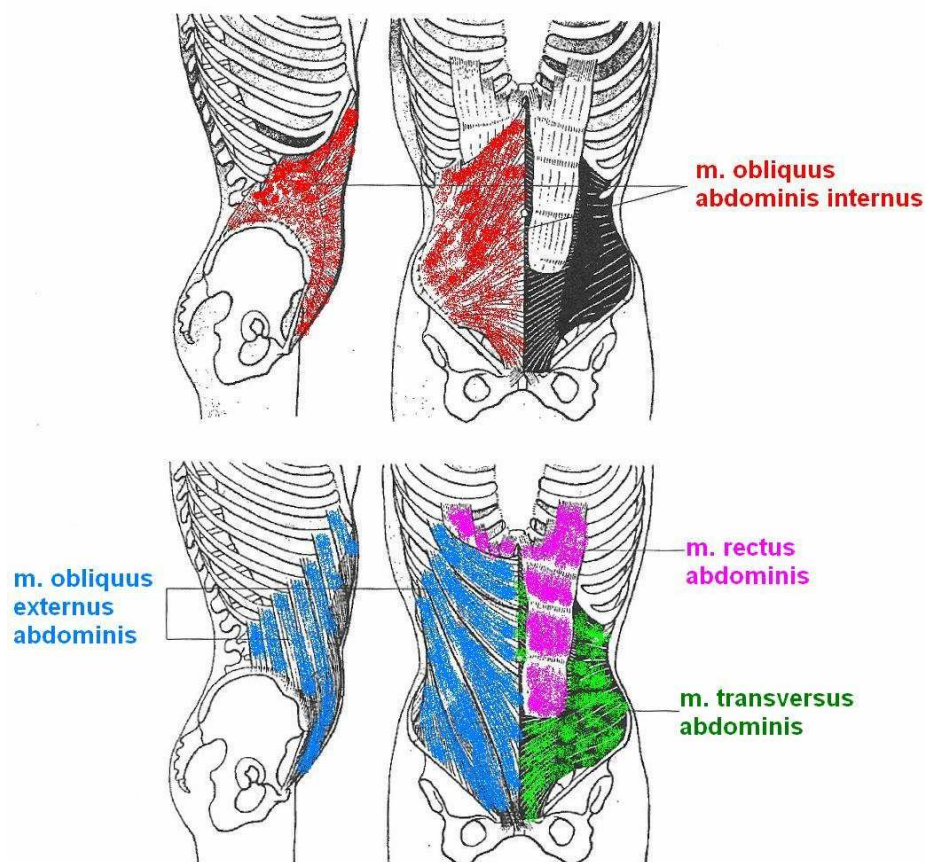
Sternum sa pri
fyziologickej aktivite
stabilizačných svalov
pohybuje ventrálne



Pre zachovanie kaudálneho postavenia hrudníka v priebehu aktivácie, musí byť vyvážená aktivita brušných svalov (dolné fixátory hrudníka) so svalmi pektorálnymi, skalenovými a mm. SCM (horné fixátory hrudníka).

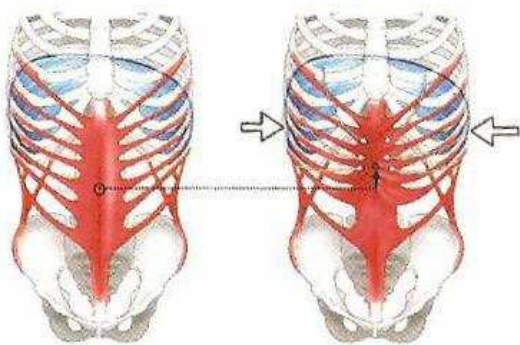
Ak pri aspeksii dýchacích pohybov zhodnotíme zvýšený vertikálny pohyb hrudníka, pohyby pliec a vyplňovanie supraklavikulárneho priestoru, môžeme predpokladať zvýšené používanie auxiliárnych (pomocných) svalov, čo môže viesť k CBS, alebo k tzv. skalenovému syndrómu.

Stabilizačná funkcia brušného svalstva a svalov panvového dna



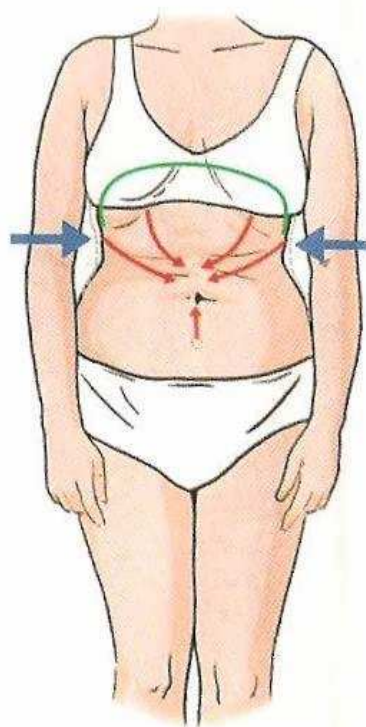
Brušné svaly, spolu so svalmi panvového dna sa počas stabilizačného vzoru zapájajú proti kontrakcii bránice, čím vytvárajú vnútrobrušný tlak. Pri ich aktivácii je dôležitý ich aktivačný „timing“ (časový rozvoj pohybu). Brušné svaly nesmú pri svojej aktivácii predbiehať kontrakciu bránice. Pri ich predčasnej stabilizačnej aktivácii, nedôjde k dostatočnému oplošteniu bránice, čo v konečnom dôsledku vedie k zvýšenej aktivácii paravertebrálnych svalov.

Za situácie porušenej stabilizačnej funkcie sa nadmerne aktivuje horná časť m. rectus abdominis a m. obliquus externus abdominis. Naopak m. transversus abdominis a m. obliquus internus abdominis sa chovajú insuficientne. Dolné segmenty bedrovej chrbtice sú z prednej strany nedostatočne stabilizované.

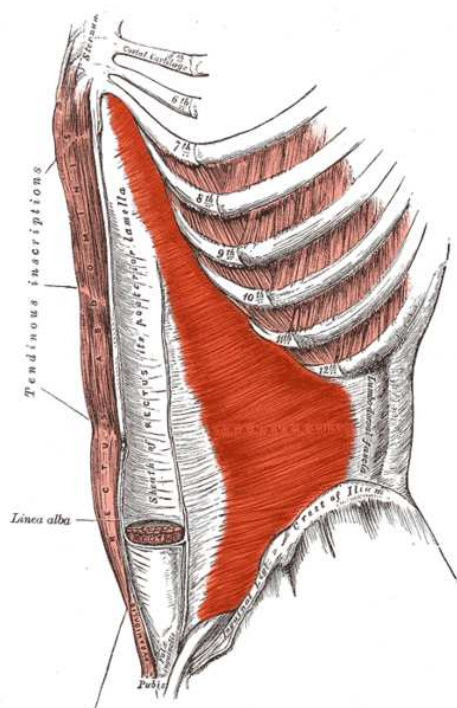


Aktivácia brušnej steny pri narušenej prednej stabilizácii driekovej chrbtice. Aktivácia prebieha v hornej časti m. rectus abdominis a m. obliquus externus abdominis. Dolná apertúra hrudníka sa nerozširuje.

Ide o paradoxnú stabilizáciu.



Brušné svaly sa pri pôsobení vonkajších síl chovajú ako dolné fixátory hrudníka. Ich úlohou je, aby počas stabilizácie nedošlo ku kraniálnemu súhybu hrudníka. Vytvárajú totiž „punctum fixum“, ktorý umožňuje kontrakciu bránice. Spolu s oploštením bránice pomáhajú brušné svaly svojou koncentrickou, alebo izometrickou aktivitou zvýšiť vnútrobrušný tlak – **stabilizačný moment**.



m. transversus abdominis – sťahuje brušnú stenu ako šnúrovačka, alebo široký opasok, má teda význam pri zvyšovaní brušného lisu.

Jeho horizontálne snopce prebiehajú od torakolumbálnej aponeurózy, chrupaviek dolných rebier, crista iliaca k linea alba.

m. TrA a mm. multifidi sú jedným z kľúčových svalov HSS a pri ich disfunkcii môžeme hovoriť o insuficiencii HSS.

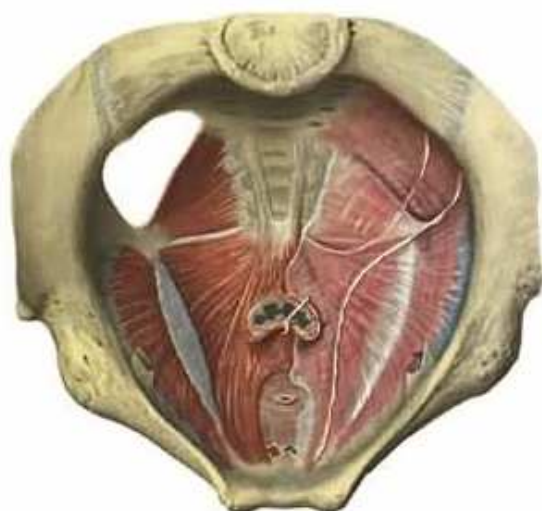
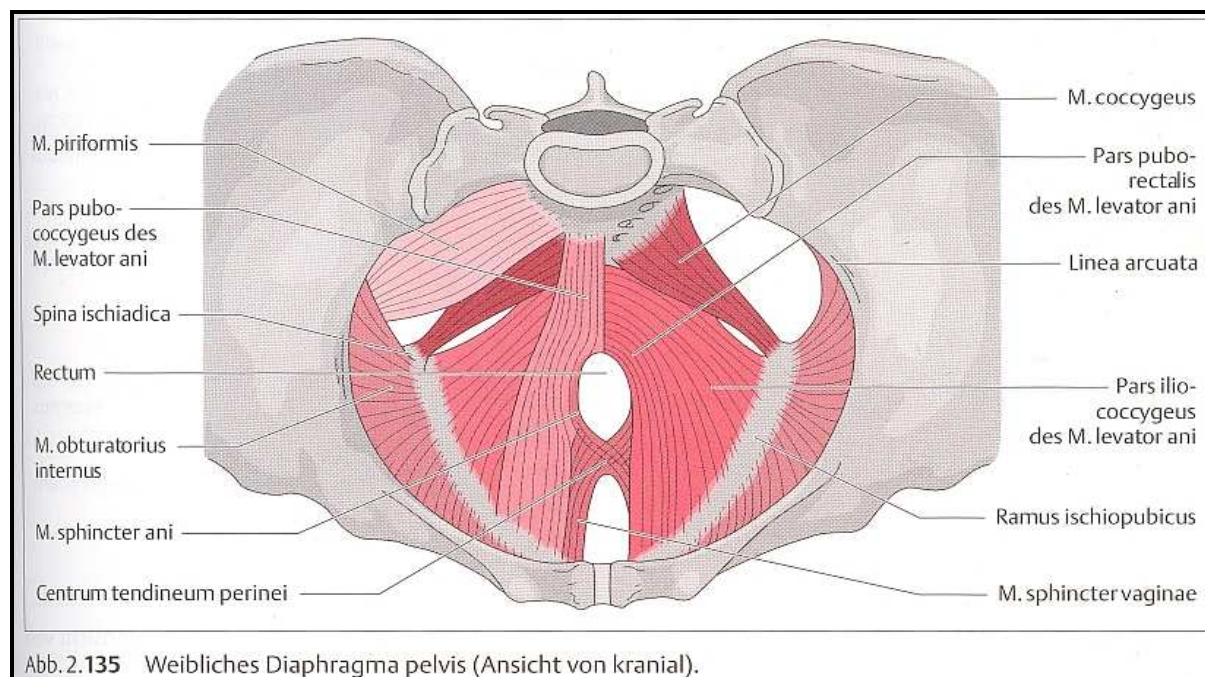
Cielenú aktiváciu m. transversus abdominis uľahčuje inštruovaná kontrakcia svalov panvového dna.

Na začiatku je pre nácvik kontrakcie m. transversus abdominis vhodná poloha v ľahu na chrbte s flektovanými DKK. Pacienta vyzveme, aby pomaly aktivoval panvové dno – pokyn je „vtiahnuť konečník“, alebo „zadržať moč, či stolicu“ a súčasne priťahoval dolnú časť brucha k chrbtici. Nádych nosom proti odporu pomôže intenzívnejšie vnímanie svalov panvového dna.

K adjustácii (usporiadanie, nastavenie) intraabdominálneho tlaku prispieva synchronná aktivita svalov panvového dna. Pre výsledný silový vektor je preto dôležitý tiež sklon panvy.

Brušné svaly spolu s bránicou súvisia nielen funkčne, ale aj morfológicky.

Bolo zistené, že snopce bránice kontinuálne prechádzajú do snopcov m. transversus abdominis. Tieto ich spoločné mechanické a morfológické väzby svedčia o ich participácii na respiračnej aj posturálnej aktivite a funkcii.



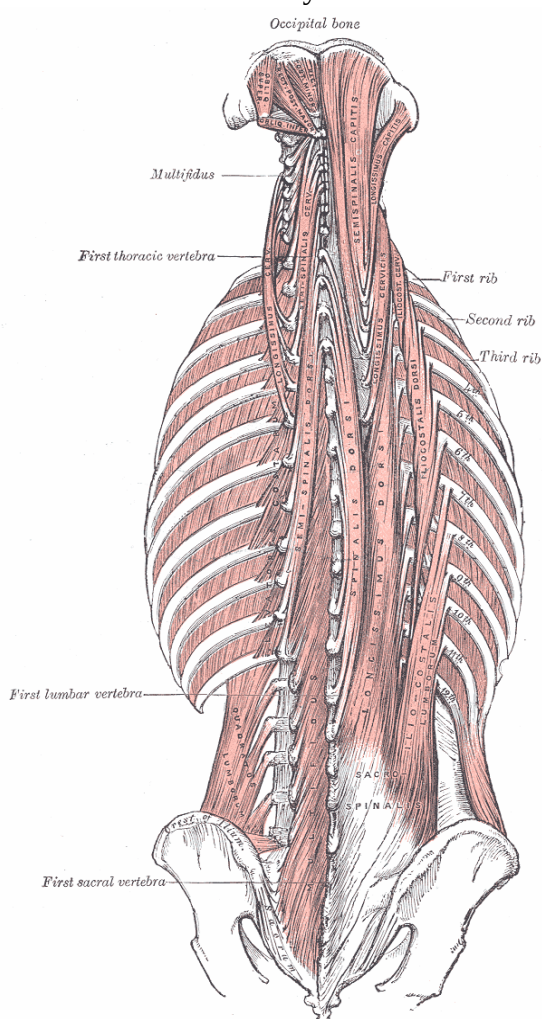
Panvové dno nazývame tiež ako diaphragma urogenitale. Je tvorené svalmi, ktoré nielen uzatvárajú panvové dno a bránia prolapsu vnútorných orgánov, ale spolupracujú pri dýchaní a posturálnej stabilizácii.

Tvorí ho dva ploché útvary:

- **diaphragma pelvis**, ktorú tvoria m. levator ani, m. coccygeus a m. sphincter ani externus
- **diaphragma urogenitale**, ktorú tvorí m. transversus perinei profundus, m. sphincter urethrae, m. compressor urethrae, m. sphincter urethrovaginalis, m. ischiocavernosus, m. bulbocavernosus, m. transversus perinei superficialis.

Stabilizačná funkcia paravertebrálnych svalov – extenzorov chrbtice

Zadná časť chrbtových svalov sa skladá z troch vrstiev: hlbokoj, strednej a povrchovej.



Hlboká vrstva svalov je uložená paravertebrálne a označujeme ju ako **vlastné (autochónne) svaly**. Rozdeľujeme ich na krátke a dlhé. Čím hlbšie sú uložené, tým kratší je priebeh ich jednotlivých snopcov. Takže najkratšie spájajú len dva najbližšie segmenty. Povrchovejšie spájajú viac segmentov

Ku krátkym svalom patria svaly:

- Interspinálne
- Intertransverzálne
- Rotátory

Dlhé svaly rozdeľujeme na systém

- Transverzospinálny
- Spinálny
- Sakrospinálny

Funkcia chrbtových svalov je rôzna podľa vrstiev.

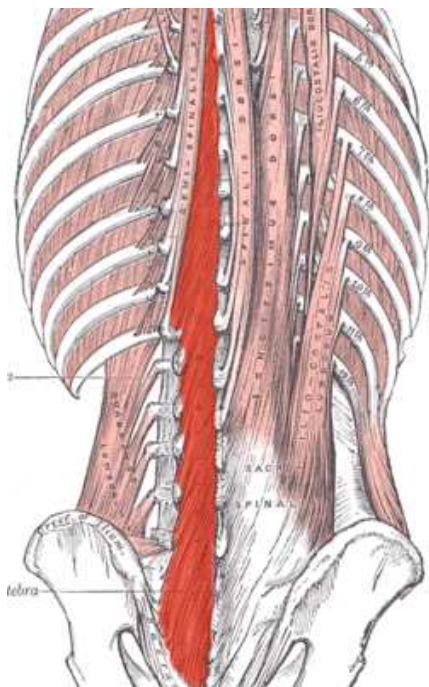
Najhlbšie uložené vrstvy pôsobia monosegmentálne. Adjustujú vzájomnú polohu segmentov a to už pri anticipácii (predvídaní,

predstave) pohybu – *adjustácia segmentová*.

Stredné vrstvy, ktoré spájajú viac segmentov, ovládajú jednotlivé dielčie sektory chrbtice – *adjustácia sektorová*.

Povrchové silné svaly ako celok zvaný m. erector spinae sa uplatňujú pri väčšej instabilite, kedy je potrebné vyvinúť intenzívnu silu. – *adjustácia integrálna*. Ich aktivita pri udržiavaní postúry je malá, zväčšuje sa až pri veľkých pohyboch trupu.

Najväčší segmentálny vplyv má systém transverzospinálny, ktorý vykonáva rotačné pohyby segmentov a je podporovaný funkciou šikmých brušných svalov.



m. multifidus – patrí k transverzospinálnemu systému dlhých svalov chrbtice, ktorý odstupuje z krížovej kosti a všetkých priečných výbežkov stavcov až po C4 a upína sa na trňové výbežky tak, že pri svojom priebehu preskakuje najmenej 2-3 stavce.

O aktivácii mm. multifidi sa presvedčíme tak, že priložíme palec a ohnutý ukazovák po stranách trňových výbežkov príslušného stavca a vyzveme pacienta k aktivácii svalov panvového dna. Túto aktiváciu je možné trénovať v rôznych polohách – sed, stoj, ľah na boku.

Po akútnom ataku LBP dochádza k výraznej atrofii mm. multifidy. Návrat ich funkcie nie je spontánny a automatický. Ich znížená stabilizačná funkcia vedie k zvýšeným biomechanickým nárokom na samotnú chrbticu, stavce, ligamenta a chrupavčité tkanivo. Tým sa udržiava vysoké riziko recidív.

V praxi sa často stretávame s pacientmi, ktorí aj keď absolvovali dlhodobú fyzioterapiu, (ktorá je však zameraná predovšetkým na povrchové svaly), trpia opakovanými bolesťami drierkovej chrbtice. Ich HSS však nebol terapiou ovplyvňovaný. Je dôležité, aby spolupráca medzi lokálnymi a globálnymi stabilizátormi bola vyvážená, pretože nedostatočné zapojenie lokálnych stabilizátorov vedie k preťažovaniu globálneho systému. Stabilita je síce zaist'ovaná, ale odlišným spôsobom, pri ktorom môžeme predpokladať aj nedostatočnú centráciu segmentov. Pretože povrchové svaly nemajú segmentálne usporiadanie a ich aktivita ovplyvňuje dlhé úseky chrbtice, bez dostatočného zaistenia vzájomnej pozície stavcov jedného voči druhému. Tým vzniká vysoké riziko vzniku mikrotraum mäkkých tkanív v oblasti chrbtice. Hyperaktivitu globálneho systému môžeme chápať ako kompenzačný mechanizmus zabezpečenia stability. Bolesť, ktorá je najčastejšou príčinou pre ktorú pacient

vyhľadáva odbornú pomoc, je známkou vyčerpania či vyčerpávania týchto kompenzačných mechanizmov. Dochádza k preťažovaniu svalového systému s dôsledkami na väzivový a kostený aparát. Vzhľadom k takejto dekompenzácii môže dôjsť aj k napr. koreňovému dráždeniu na doposiaľ klinicky nemom teréne. Zvyšuje sa tiež riziko úrazov a menia sa pohybové stereotypy. Vznik niektorých patologických stereotypov môžeme teda vysvetliť tiež z hľadiska disbalancie stabilizačného systému v zmysle insuficiencie lokálnych svalov.

Pri nesprávne vedenej pohybovej terapii, kedy sa zameriava len na povrchové svaly – chrbtové a brušné, sa bude stále viac zvyrazňovať a zhoršovať disbalancia medzi hlbokými a povrchovými svalmi, čím sa stále viac zhoršuje stabilita lumbálnej oblasti. Stále viac sa potom zvyšuje hypertonus a hyperaktivita povrchových svalov a utlmujú sa svaly hlboké. Pri oslabenej funkcii hlbokých svalov chrbtice sa ako prvá výrazne zníži ich rotačná funkcia pri chôdzi, ktorá je kompenzovaná úklonmi trupu. Vzniká typická kolísavá chôdza bez rotácie trupu, uvoľnenia pliec a nedostatočného súhybu horných končatín.

Konkrétne opis terapeutických možností presahuje rámec kineziológie, ale každá metóda a metodika by mala vychádzať z nasledujúcich **terapeutických postupov**:

- Pracovať s priamou segmentálnou stabilizáciou
- Pracovať s lokálnymi stabilizátormi
- Terapiu viesť v centrovaných polohách a udržiavať centrované postavenie pri každom pohybe
- Realizovať cvičenia k zvýšeniu propriocepcie
- Voliť terapeutické zaťaženie skôr s vyššou frekvenciou strednej intenzity, ako občasné s maximálnym zaťažením
- Pracovať s motiváciou pre autoterapiu
- Reedukovať rotačnú funkciu chrbtice
- Postupne zvyšovať nároky na stabilizačný systém
- Neustále kontrolovať efekt terapie, jednotlivých terapeutických krokov (spätná väzba pre fyzioterapeuta a prípadnú korekciu liečby)

Je treba mať na pamäti, že individuálny prístup k pacientom a ich problémom je to, čo určuje spôsob aktivácie HSS.

Posturálny vzor stabilizácie chrbtice vo fyzioterapeutických konceptoch

Už na prelome 19. a 20. storočia Dr. Max Thun-Hohenstein, ktorý sa zaoberal analýzou ľudských pohybov vedel, že *„je možné pomocou pohybovej výchovy telo formovať k zdraviu, práve tak, ako rôzne telesné deformity svedčia o chybných pohybových návykoch“*. Vo väčšine terapeutických konceptoch a preventívnych odporúčaní je preferované ako východiskové posturálne nastavenie - vzpriamené držanie tela.

V tom sa zhodujú všetky terapeutické koncepty. Rozdiel je však v pohľade na držanie hrudníka, lopatiek a panvy a tým aj v pohľade na súhrn svalov, ktoré stabilizáciu zaisťujú.

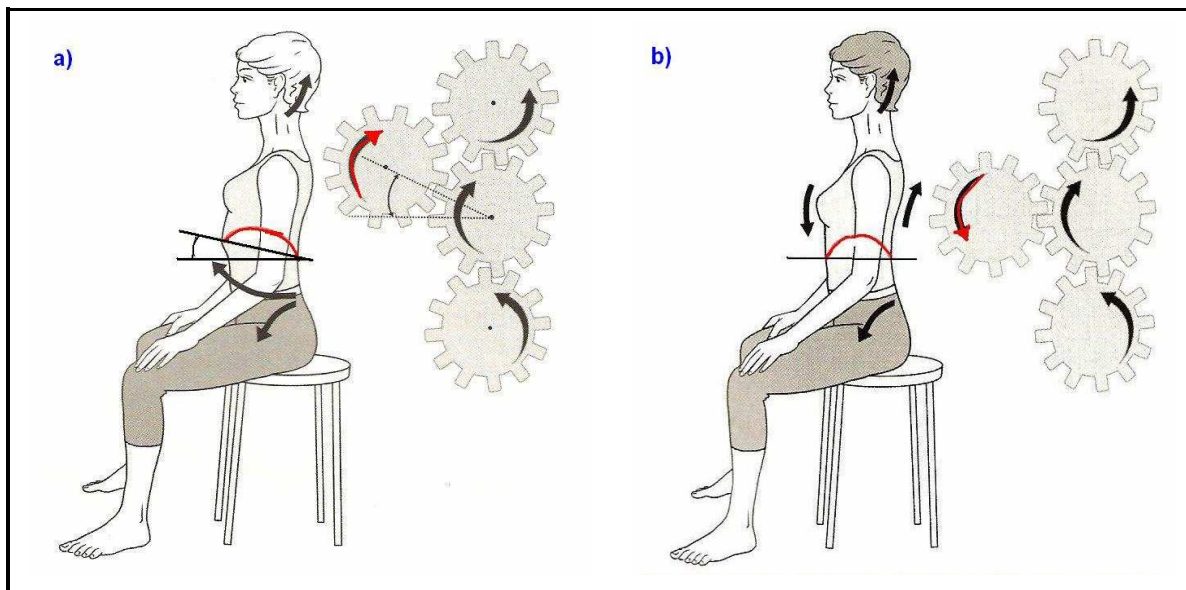
Neexistuje žiadna spoľahlivá definícia normy vzpriameného držania. **Postúra je proces** udržiavania polohy v stále meniacom sa prostredí.

Vzpriamené držanie tela je odporúčané jednak z pohľadu ergonomického, t.j. pri bežných pohybových činnostiach (domáce práce, dvíhanie bremien...), ale aj pri cielenom cvičení stabilizačnej funkcie.

Veľmi známi je z toho pohľadu **Brüggerov koncept** (ktorý rozpracoval už v r. 1965), z ktorého vychádza aj škola chrbta. Brügger vychádza z predpokladu, že odchýlky od vzpriameného držania predstavujú pre organizmus chybné, nefyziologické zaťaženie. Tzv. vzpriamené držanie tela dokumentuje Brügger na modely troch ozubených kolies, ktoré sú vo vzájomnom vzťahu a reprezentujú 3 základné pohyby:

1. klopenie panvy dopredu - nie anteverzia!!!
2. zdvihnutie hrudníka
3. natiahnutie šije a krku.

Pri tomto držaní je tiež zdôrazňovaná TH-L lordóza, ktorá by mala byť harmonická a pretiahnutá od oss sacrum po Th5. tento model ozubených kolies vypovedá o vzájomnej prepojenosti a možnosti vzájomného ovplyvňovania vo všetkých úsekoch chrbtice a končatín. Pri nesprávnej inštrukcii a nedostatočnom nacvičení tejto polohy majú pacienti tendenciu panvu prehnane predklopiť, čo je spojené s uvoľnením brušnej steny a následnou hyperextenziou drienkovej chrbtice.



a) Pri napriamení chrbtice odporúča Brügger zdvihnutie hrudného koša.

b) Kolár sa snaží o napriamanie Th chrbtice pri súčasnom maximálnom kaudálnom postavení hrudníka.

Je potrebné aby pacient správnu stabilizačnú svalovú súhru dostal pod vôľovú kontrolu a inkorporoval ju do bežných denných činností. Jedným z predpokladov úspešnosti je, že pacient nie je len „pasívnym odberateľom“ terapie, ale sa jej aktívne zúčastňuje, t.j. edukácia pacienta.

Hranice normy „správneho pohybového stereotypu“ ako aj postúry je veľmi ťažké stanoviť. Sú odrazom vnútorného vývoja a aktuálneho emočného a psychického stavu každého jedinca. Postúru aj pohybové stereotypy je možné, aj keď pracne, „preprogramovať“, vďaka ich väčšej či menšej plasticite.

Pred zahájením dynamického stabilizačného programu je potrebné zistiť možné príčiny instability chrbtice. **Vyšetrenie pozostáva z:**

- Kvalitne odobratej anamnézy
- Kritického zhodnotenia laboratórnych nálezov (rtg, CT, MRI)
- Kvalitného klinického vyšetrenia:
 - Vyšetrenie aspekciou
 - Vyšetrenie blokáď a joint play
 - Vyšetrenie svalových disbalancií (horný a dolný skrížený syndróm a vrstvové syndrómy)
 - Rozsah aktívneho pohybu (Schober, Stibor, Thomayer...)
 - Vyšetrenie bolesti (VAS škálou)

- Špeciálne testy pre jednotlivé segmenty chrbtice

Na základe kvalitného vyšetrenia sa vyberie vhodný postup dynamickej stabilizácie danej oblasti chrbtice.

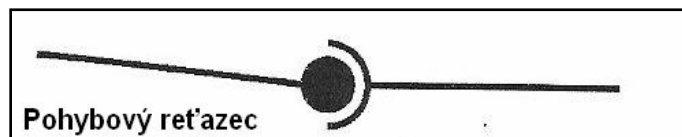
II. KINETICKÉ A SVALOVÉ REŤAZCE

Biokinetické reťazce

Pojem kinetický reťazec sa prvý krát objavil u amerického ortopéda rakúskeho pôvodu Steindlera v päťdesiatych rokoch 20. storočia. Ten tiež rozlíšil a opísal reťazce otvorené a zatvorené. Pretože predstava reťazca jednotlivých pevných článkov – anatomických segmentov - a ich kĺbných spojení vyhovuje biomechanickým aj kineziologickým potrebám, stali sa bežne používaným označením, termínom.

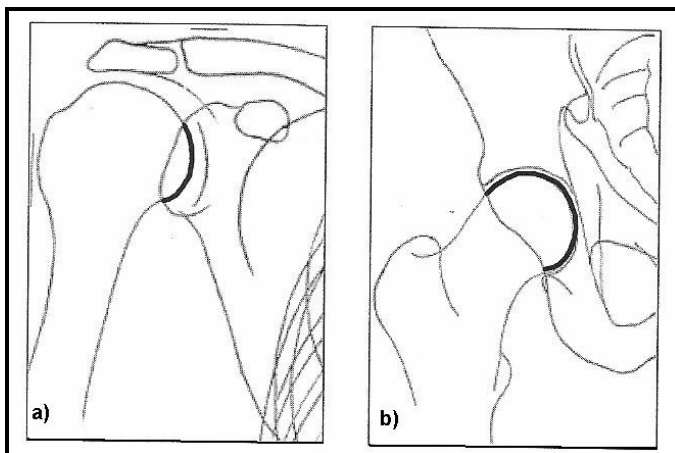
V literatúre sa môžeme stretnúť z rôznym opisom reťazca: kinetický, kinematický, biomechanický, podľa toho, z akého hľadiska sa daný reťazec opisuje. V Kineziológii sa užíva termín – **kinetický alebo kinematický reťazec**. V odboroch zameraných viac prakticky – ortopédia, kinezioterapia, šport – prevláda označenie kinetický reťazec. V biomechanike sa používa skôr pojem kinematický reťazec, pretože sa tu študujú dráhy pohybu reťazca, rýchlosť, uhlové zmeny a pod. (tzv. geometria pohybu).

Z kineziologického hľadiska najjednoduchším pohybovým reťazcom je sústava dvoch priľahlých článkov spojených kĺbom – kinetický pár, kinetický reťazec.



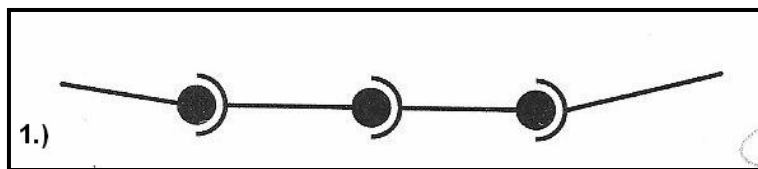
„Zakĺbenie“ kinetického páru môže byť dosiahnuté:

- a) pôsobením extraartikulárnych síl (ťah svalov či ligament)
- b) tvarom odpovedajúcich kĺbných plôch

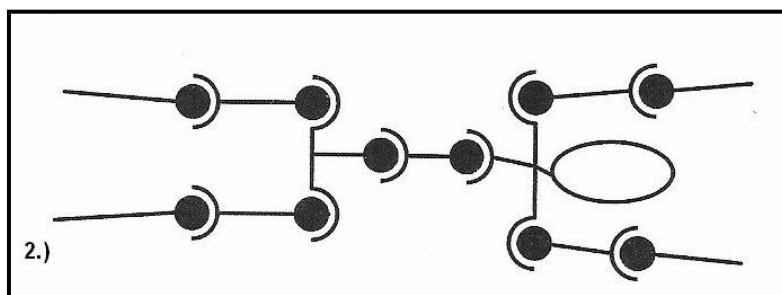


Ďalej rozoznávame:

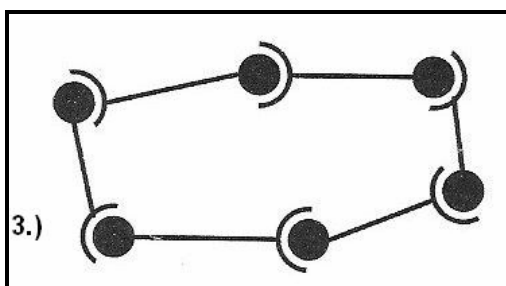
1. **Jednoduché sériové reťazce**, kde každý článok je súčasťou maximálne dvoch kinematických párov, napríklad horná končatina



2. **Vetvený, komplexný reťazec**, kde segment je kĺbne spojený s viacerými článkami, napr. trup ako celok spolu so sklbením všetkých štyroch končatín a šije.



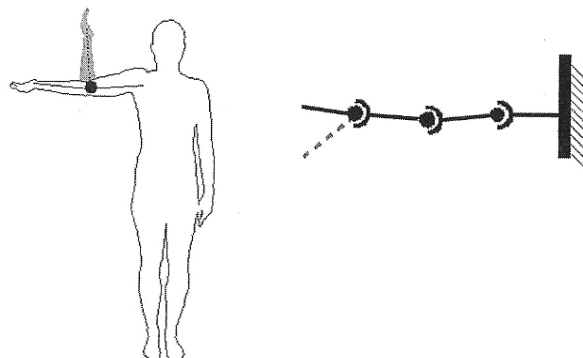
3. **Kinematická slučka** – ak je minimálne tri a viac článkov vzájomne prepojených do troj- a viacuholníka. Slučka sa chová ako „voľná“ ak žiaden z jej členov nemá vedúce postavenie.



Delenie ktoré nás bude z kineziologického hľadiska najviac zaujímať rozlišuje:

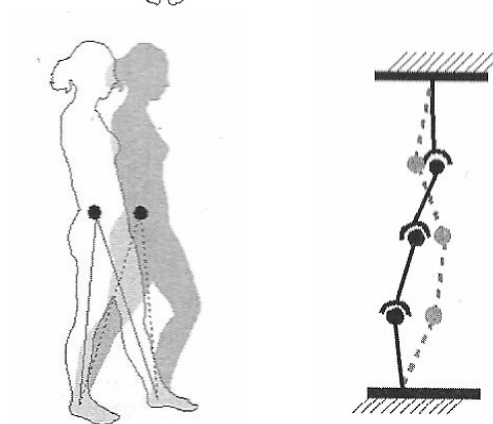
A. Reťazec otvorený (open chains, OKC)

Väčšinou je za **otvorený** považovaný taký reťazec, ktorý má jeden koniec označovaný ako distálny, (terminálny, voľný) a druhý proximálny je pevne fixovaný.



B. Reťazec uzavretý (closed chains, CKC)

Uzavretý reťazec má fixované oba konce.



Existuje niekoľko iných spôsobov opisu otvoreného a uzavretého reťazca. **Z kinematického hľadiska** otvorený je taký reťazec, kde je možné zmeniť postavenie v jednom kĺbe (a nemusí to byť distálny), bez zmeny postavenia v ostatných.

V uzavretom reťazci je zmena postavenia v jednom kĺbe možná len za súčasnej zmeny postavenia v ďalšom/ďalších kĺboch.

Pojmy otvorený a uzavretý pohybový reťazec sú len pre medzné situácie **na škále prechodu** jedného reťazca v druhý a je ťažké stanoviť presnú hranicu medzi nimi.

Napríklad v praxi typický prechod práce v otvorenom reťazci do zatvoreného reťazca je pri práci s kladivom, kde po letovej fáze ruky s náradím, sa pri náraze kladiva do predmetu vytvorí krátkodobo uzavretý reťazec, pre tento pohyb.

Charakteristika OKC a CKC podľa Sprigrovej.

Charakteristika uzavretého pohybového reťazca	Charakteristika otvoreného pohybového reťazca
- Váha sa prenáša na distálny segment., ktorý je fixovaný - Pohyb prebieha v proximálnych segmentoch - Dochádza k synchrónnemu zapojeniu svalov s antagonistickou funkciou (svalovej ko-aktivácii) a dynamickej stabilizácii kĺbov - Vzrastá kompresia v zaťažovaných kĺboch - Využíva sa pri funkčnom tréningu komplexných pohybov – ADL	- Distálny segment nie je zaťažovaný ani fixovaný, pohybuje sa v priestore - Využíva sa na tréning určitej izolovanej svalovej skupiny (agonista synergista), pri relaxačných cvičeniach, posilňovacích cvičeniach atď. - Nácvik funkčných fázických pohybov - Využíva sa pri funkčnom tréningu komplexných pohybov – ADL

Voľnosť a mobilita reťazca.

Každý pohybový reťazec má určitý stupeň voľnosti pohybu. Je daný možnosťami pohybu v rôznych smeroch, napr. v zmysle abdukcia/addukcia, flexia/extenzia či rotácia jednej časti segmentu voči druhému. Ak je reťazec dlhý, to znamená že spája viaceré segmenty s väčším počtom kĺbov, táto voľnosť pohybu primerane narastá, sčítaním pohyblivosti v jednotlivých kĺboch. To označujeme ako **mobilitu reťazca**.

Čím väčšia je mobilita reťazca, tým viac variácií, možností pohybu v reťazci vzniká, ktoré vedú ku konečnému cieľu. Hovoríme o **redundancii** reťazca (nadbytočnosť, v zmysle funkčnej rezervy či existujúcich možností, ktoré síce nemôžu byť aktuálne súčasne využité, ale potenciálne sa využiť dajú). Nie všetky možnosti majú rovnakú fyziologickú hodnotu, ale zdravý pohybový systém si prednostne zvolí najekonomickejšiu možnosť s najmenším rizikom mechanického poškodenia. Túto voľbu CNS uľahčí množstvo spätnoväzbových podnetov z proprioceptorov v reťazci. Výber tej-ktorej varianty pohybu z určitého počtu možných v kineziológii označujeme ako **pohybovú stratégiu**, ktorú realizuje CNS tým, že

menej vhodné variácie pohybu „zamrazí“, či „zabrzdí“ a realizuje tú najoptimálnejšiu pre danú situáciu.

Za fyziologických podmienok, výber vhodného reťazca sa realizuje svalovým tonusom svalov zapojených v reťazci, ktorý vytvára správne centrované postavenie segmentov a punctum fixum pre cielený pohyb. Tonus svalov je teda podmienkou pohybu. Tento mechanizmus môže byť aj vysvetlením vzniku spasticity: Ak poškodený CNS nie je schopný pri svojej poruche zabezpečiť selektívne tonus svalov v jednom optimálnom reťazci, v záujme stability reťazca spevní tonusom všetky jeho svaly a tým aj kĺby. Rizikovou nestabilitu poškodený organizmus rieši všeobecným stuhnutím. Keď poskytneme takému pohybovému reťazcu potrebnú tuhosť vhodnou technikou, môžeme tým zmierniť spasticitu a umožniť žiadaný pohyb. (Príkladom je Bobathových koncept manažmentu spasticity.)

Iným príkladom je **zreťazenie funkčných porúch** v kinematických reťazcoch: Prekážka v realizácii určitého pohybu sa obíde výberom stratégie iného, náhradného, menej optimálneho reťazca s tým istým výsledným cieľom. Náhradný režim, keďže je len náhradný a teda nie je ideálny, po čase tiež zlyhá a je v záujme zachovania pohybu nahradený ďalším, s možnosťou ďalšieho pokračovania a šírenia patológie. Toto je možné vďaka spomenutej redundancie pohybového reťazca. Subjektívne problémy nastanú v okamihu, kedy nahromadené riešenia a náhradné riešenia a ich dôsledky presiahnu kompenzačné možnosti organizmu.

Úloha kinetických reťazcov vo vývoji motoriky človeka

Zásadná otázka je podľa akého kľúča si organizmus vyberá z celého radu možných pohybových variácií z redundandnej ponuky v rámci existujúcich pohybových reťazcov, ktoré vedú k očakávanému cieľu?

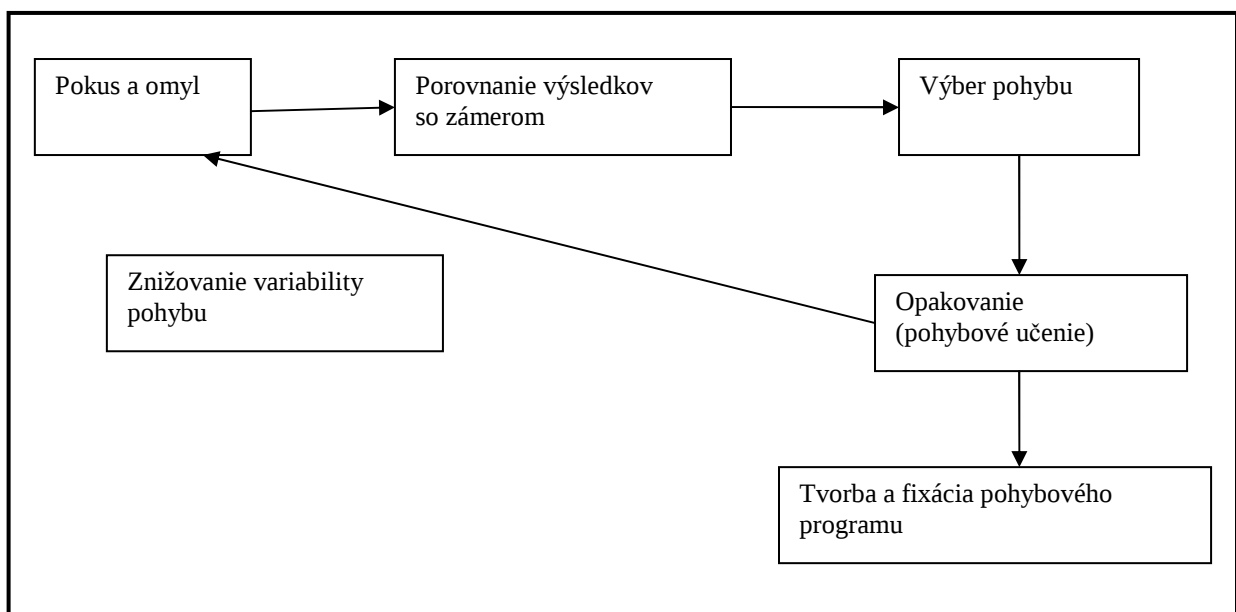
Deje sa tak pravdepodobne metódou pokusov a omylov, so schopnosťou uložiť úspešné riešenie pre ďalšie použitie. Vzniká tvorba a fixácia **pohybových programov**. Opakovaním sa znižuje variabilita a v reťazci sa vytvárajú viac či menej trvalé pohybové funkčné synergie. Každý konkrétny pohybový program obsahuje informácie o timingu fázických svalov a o aktivite fixujúcich posturálnych svalov. Posturálny svalový tonus je nevyhnutným predpokladom teleologicky zameraného (účelného, usmerneného) pohybu.

Súčasťou vyspelej motoriky je schopnosť nastavovať konfiguráciu reťazcov tak, aby mohli fungovať ad hoc ako otvorené či uzatvorené a prechádzať jedny v druhé podľa potreby organizmu (*ad hoc* latinská skratka = pre tento prípad, len pre tento účel či príležitosť).

Ak postihnutý CNS nemá dostupný optimálny pohybový program, vyberá si náhradnú, neoptimálnu variantu, ktorá môže aspoň čiastočne saturovať potreby jedinca. (*saturácia* = uspokojenie potreby) Tento neoptimálny program zhoršuje pohybové možnosti a môže až viesť do slepej uličky zastavenia sa pohybového rozvoja. Aj takáto neoptimálna cesta sa žiaľ fixuje, ak to organizmu prináša aspoň minimálnu či relatívne dočasnú výhodu oproti úplnej absencii pohybu. Bez cielenej terapie je nepravdepodobné spontánne zlepšenie a to tým menej, čím viac sa fixuje náhradný pohybový program.

K tvorbe náhradných, neplnohodnotných pohybových programov vedie pochopiteľne aj vrodená, či získaná štrukturálna porucha pohybového systému.

Človek sa nerodí s výbavou humánnych motorických programov, ale s morfológickými telesnými štruktúrami, ktoré predurčujú ľudskú motoriku. CNS má k dispozícii adekvátne funkcie a ich komparáciou, selekciou až fixáciou je schopný anticipovať ich využitie. (*anticipovať* predpovedať niečo, čo ešte nebolo preukázané, prijaté)



Graf 1: Schéma vytvárania pohybového programu

Pohyby sú účelne realizované vtedy, ak je najprv aktivitou CKC vytvorený punctum fixum pre pohyb. Fixácia je bežne zabezpečená tiažovou silou spojenou s činnosťou svalov (svalovým tonusom). Dostatočnú stabilizáciu dosiahneme ak sa spevní svalovým tonusom toľko pohybových segmentov, aby ich celková hmotnosť bola väčšia ako hmotnosť segmentu,

ktorý vystupuje ako punctum mobile. Väčšinou ide o fixáciu trupu, prípadne jednej (stojnej) končatiny, voči pohybujúcej sa končatine, alebo jej časti.

Z uvedeného vyplýva, že axiálny systém má zásadný význam v motorike človeka.

Ak má dôjsť k pohybu terminálneho segmentu v OKC je situácia jasná. V prípade pohybu v distálnejších kĺboch, dôjde k fixácii všetkých segmentov uložených proximálnejšie.

Kinetické reťazce v reedukácii pohybových funkcií.

Teoretické východiská o OKC a CKC majú vplyv aj na výber vhodných postupov vo fyzioterapeutickej praxi. Ako prototyp môže slúžiť problematika fyzioterapie porúch dolných končatín.

Všeobecne sa usudzuje, že pri kinezioterapii v oblasti dolných končatín je vhodné ako hlavný typ cvičenia vyberať cvičenia v CKC. Názor sa opiera o fakt, že DK ako orgán lokomócie funguje v záťaži prevažne v rámci CKC. Je tu však aj fáza letová (kročná), ktorá je výkonom v OKC, preto je terapeutický program doplnený aj o prvky cvičenia v tomto reťazci.

Pomer doby trvania charakteru CKC ku OKC je uvádzaný ako 65:35 pri normálnej chôdzi. Pri behu komponent zatvoreného reťazca postupne klesá, pri šprinte až na 10%.

Za hlavný negatívny faktor cvičenia v OKC niektorí autori považujú strihovú zložku síl v kĺboch DK (hlavne KK) a rotačnú zložku pohybu. Cvičenie v CKC je charakteristické prevažne axiálnym tlakom v kĺbe, čo je pre kĺby DK prirodzené.

Stabilizačný efekt cvičenia v CKC a jeho prínos pre reedukáciu je z tohto pohľadu jasný. V rehabilitačnom programe však nesmie chýbať ani cvičenie v OKC a to hlavne u pacientov, kde sa očakáva väčšia a náročnejšia (športová, pracovná) záťaž. Najrizikovejší je okamih, keď sa otvorený reťazec stretáva s pôsobením vonkajšej sily (došľap, doskok). Pokiaľ pôsobenie vonkajšej sily nie je dostatočne vyvážené pôsobením svalov a to najmä ich stabilizačnou funkciou, vzniká vysoké riziko úrazu.

Typickým príkladom je distorzia členka pri neočakávanom vynútenom došľape na nedostatočne stabilizačne pripravenú končatinu. K podobnému efektu môže dôjsť aj pri očakávaní účinku vonkajšej sily, ktorá sa nedostaví – napríklad pri „prestrelení“ u nevydareného kopu do lopty.

Primeranú kĺbnu stabilitu, ako predpoklad efektívneho pohybu, môžeme získať prevažne v CKC. Vytvorenie posturálnych synergií v CKC je podmienkou pre motorický vývoj a rozvoj človeka všeobecne, nie len pre časti tela, ktoré slúžia prevažne statickým funkciám. Zvládnutie cvičenia v zatvorených reťazcoch je potrebné preto, aby príslušný pohybový segment mohol byť súčasťou aj funkčných otvorených reťazcov.

Dá sa predpokladať, že cvičenie bez zvládnutia statickej a dynamickej stabilizácie kĺbu akejkoľvek časti tela, bude prinajmenšom málo efektívne, ak nie vyslovene rizikové.

Mnohé ucelené kinezioterapeutické postupy a metódy sú založené na princípoch biomechanických otvorených a zatvorených reťazcoch, alebo aspoň v sebe majú niektoré z prvkov CKC. K najčastejšie využívaným patria reflexná terapia podľa Vojtu, technika PNF, či senzomotorickej stimulácie.

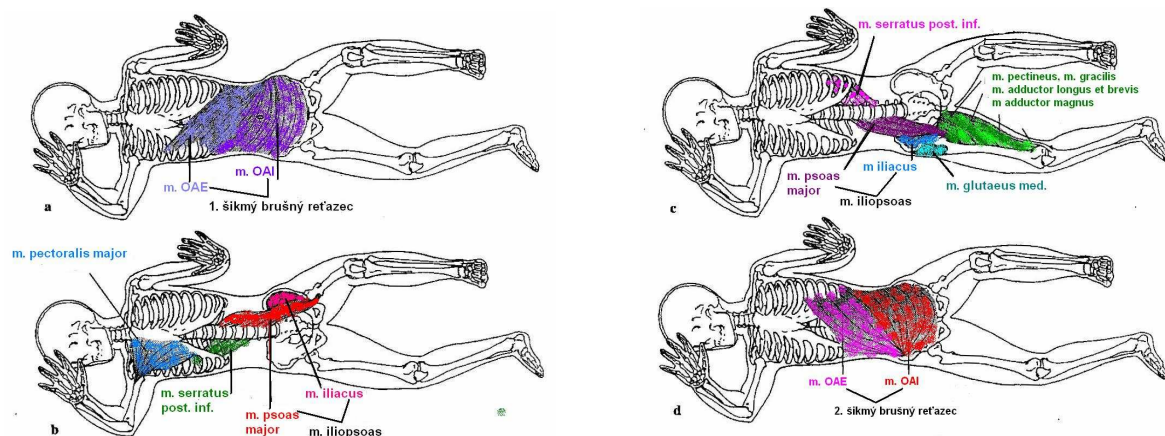
Svalové slučky a reťazce

Väčšina bežných pohybov ľudského tela neprebíha v základných rovinách alebo testovaných smeroch, ale najčastejšie v diagonále a vo viacerých segmentoch súčasne, pretože pri pohybe pôsobí vždy niekoľko svalov, ktoré tvoria svalové skupiny so spoločnou funkciou. Väzivovými alebo kostnými štruktúrami sú jednotlivé svaly prepojené do širších funkčných celkov. Spojenie svalov do jednoduchých slučiek alebo zložitejších reťazcov integruje ich funkciu. Preto pri analýze pohybu je potrebné vychádzať nie len z jednoduchého zhodnotenia jednotlivých svalov podľa svalového testu, ale aj z hodnotenia svalových reťazcov, ktoré pôsobia súčasne na viaceré segmenty čím určujú konečný priebeh pohybu.

Svalová slučka tvorí skupina dvoch svalov upínajúcich sa na dve vzdialené pevné miesta (punta fixa). Medzi oba svaly je včlenený pohyblivý kostný segment (punctum mobile), ktorého poloha je vyvažovaná ťahom oboch svalov.

Svaly v slučke pôsobia na vmedzerený pohyblivý segment ako opraty, medzi ktorými je pohyblivý segment dynamicky zavesený tak, že ho možno buď fixovať, alebo ním cielene pohybovať v smere ťahu svaly.

Už v 50-tych rokoch 20. storočia vypracoval český neurológ Václav Vojta svoj koncept reflexnej lokomócie, ktorého jedným z cieľov je aktivácia tých svalov vo fyziologických pohybových vzoroch či reťazcoch, ktoré dovtedy pracovali v náhradných, patologických reťazcoch, alebo nepracovali vôbec.



Podrobne opísal priebeh a aktivitu jednotlivých svalových reťazcov pri reflexnej terapii a usporiadal ich do pohybových vzorcov.

V súčasnosti takmer každá globálna terapeutická metóda či postup vo fyzioterapii vychádza z princípov kinetických a svalových reťazcov.

Svalový reťazec vzniká vzájomnou väzbou niekoľkých svalov alebo slučiek, prepojených medzi sebou fasciami, šľachami, alebo kostnými štruktúrami do reťazca, ktorý tvorí samostatný zložitý útvar. Jeho funkcia je programovo riadená z CNS. Zreťazené svaly nemusia pracovať synchronne vo všetkých svojich článkoch. CNS umožňuje sekvenčné zapájanie jednotlivých článkov podľa vopred programovaného časového rozvrhu – timingu, ktorým sa pohyb svalov koordinuje, čím sa dosahuje presnosť pohybu pri energetickej úspore. *Činnosť fyzicky a funkčne zreťazených svalov je neoddeliteľnou súčasťou pohybového správania sa pri bežných denných činnostiach (ADL). Sústreďenie sa na jeden sval, či svalovú skupinu pri testovaní či posilňovaní vyčleňuje sval z celkovej súvislosti pohybu.*

Funkčné poruchy a reflexné zmeny sa v ľudskom organizme môžu vyskytovať v určitom nakopení a lokalizácii. Lewit hovorí o zreťazení porúch. Zreťazenie funkčných porúch a reflexných zmien je celkom pochopiteľné a logicky vyplýva z poznatku, že svaly spolupracujú v svalový zoskupeniach vo vzájomnej nadväznosti – v svalových reťazcoch. Predpokladom kvalitného zhodnotenia reťazca funkčných porúch sú dostatočné vedomosti z funkčnej anatómie a kineziológie týchto reťazcov. Existujú typické nálezy pri reťazení

porúch, ktoré na prvý pohľad spolu nesúvisia, ale na základe poznatkov o svalových reťazcoch, sú celkom logické.

Napríklad: blokáda I. rebra. Vzniká spazmus m. scaleni, ktoré sa upínajú v oblasti C-Th prechode, preto následná je blokáda C-Th, spazmus hornej časti m. trapezius a m. levator scapulae. Pretože tie začínajú v oblasti C2, je prítomná palpačná citlivosť C2. spazmus sa šíri ďalej kaudálne, vznikajú blokády costotransverzálnych spojení, hlavne v oblasti Th3. 4, kde zisťujeme aj palpačnú bolestivosť a bolestivé body v priebehu svalov.

Svalové reťazce v osovom orgáne

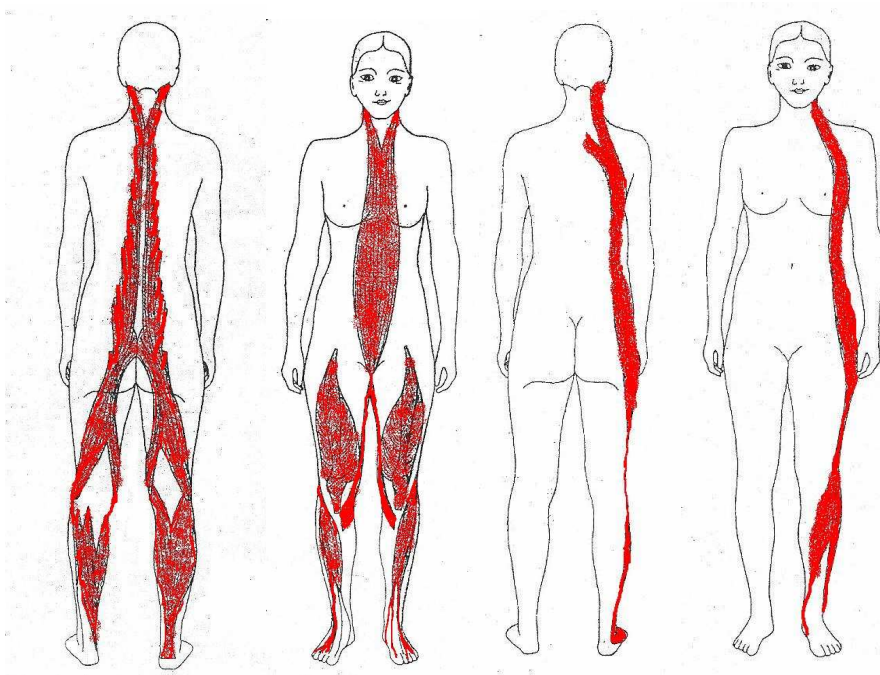
Osový orgán je zložený z troch funkčne prepojených úsekov: hlavy, chrbtice a panvy. Pri svojej aktivite zaistuje dve protichodné činnosti

- stabilizáciu polohy jednotlivých celkov
- ich vzájomný pohyb.

Stabilizačná zložka jednak predchádza vlastný pohyb a súčasne ho sprevádza a zakončuje.

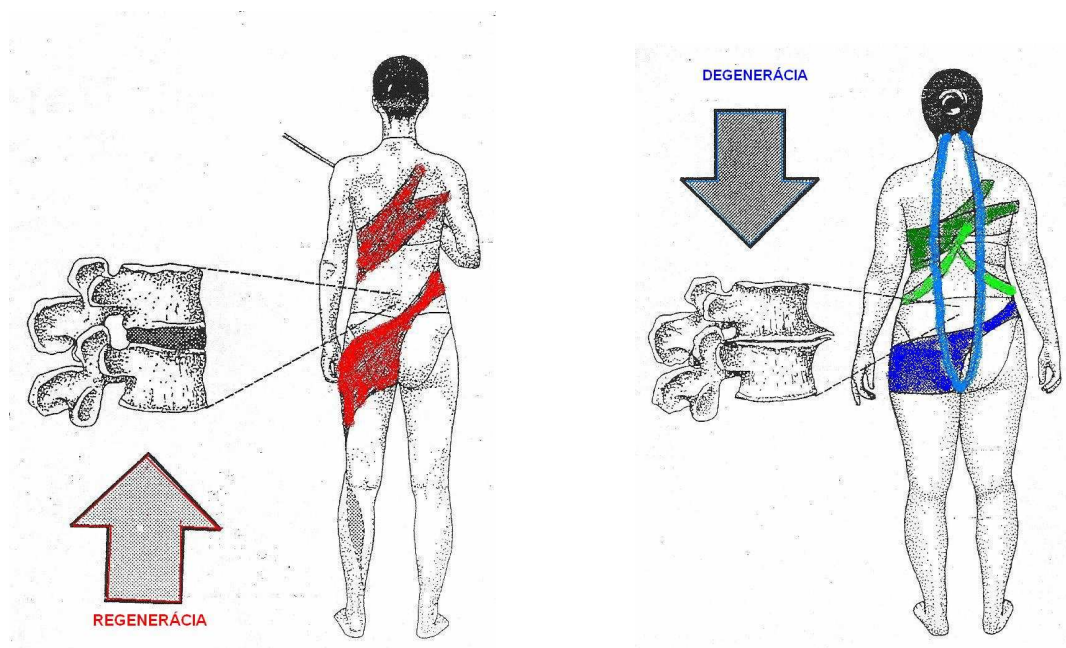
Stabilizácia osového orgánu svalovými reťazcami prebieha dvoma spôsobmi:

- A. Stabilizácia polohy jednotlivých segmentov chrbtice pri zachovaní ich dynamickej flexibility (pružná, vnútorná – hlboká lokálna stabilizácia)
- B. stabilizácia celého osového orgánu pri udržiavaní polohy aj pri pohybe (pružná, vonkajšia – globálna stabilizácia).



Zadný, predný a bočný svalový reťazec.

Dôležitou úlohou svalov osového systému – posturálnych svalov, je svojou aktivitou vytvárať svalový korzet s kraniálnym ťahom, ktorý vzpriamuje telo a odľahčuje kĺby. Tak môže fyziologická aktivácia funkčných (kinematicko-svalových) reťazcov pôsobiť na organizmus preventívne, či regeneračne a naopak, aktivita v patologických reťazcoch môže pôsobiť degeneratívne. Vplyv jednotlivých reťazcov sa prekrýva a vedie k tomu, že úpravou jednej časti (alebo celého) reťazca, vznikne nerovnováha v jeho inej časti (alebo v inom reťazci). Tomuto fenoménu hovorí Brügger **vrstvenie porúch**. Preto pri úprave funkčných porúch musíme postupovať systematicky a globálne.



Stavba jednotlivých svalových slučiek a reťazcov

Podľa Véleho

1. Ret'azec medzi hlavou a trupom.

Princíp zret'azenia svalov je zrejmý z funkcie svalov umožňujúcich jednak zafixovanie polohy hlavy, tak aj jej presný pohyb pri sledovaní pohybujúceho sa predmetu rotáciou hlavy azimutálnym pohybom. Na tomto pohybe a fixácii participujú partnerské dvojice 8 svalov na obidvoch stranách súčasne, celkom 16 svalov spolu.

Rotáciu hlavy doprava spôsobujú	
Homolaterálne	Heterolaterálne
m. splenius capitis dx. m. longissimus capitis dx. m. rectus capitis posterior dx. m. obliquus capitis inferior dx.	m. trapezius sin. m. sternocleidomastoideus sin. m. semispinalis capitis sin. m. obliquus capitis superior sin.
Rotáciu hlavy doľava spôsobujú	
Homolaterálne	Heterolaterálne
m. splenius capitis sin. m. longissimus capitis sin. m. rectus capitis posterior sin. m. obliquus capitis inferior sin.	m. trapezius dx. m. sternocleidomastoideus dx. m. semispinalis capitis dx. m. obliquus capitis superior dx.

2. Reťazec medzi trupom a lopatkou

Ide o flexibilné spojenie relatívne pohyblivej lopatky s dvoma relatívne pevnými oblasťami: rebrá na ventrálnej strane hrudníka a stavce chrbtice. Medzi lopatkou a trupom existujú 4 jednoduché slučky tvoriace „dynamický záves lopatky“. Činnosť jednotlivých slučiek sa dá analyzovať oddelene, ale na pohybe a fixácii lopatky sa podieľajú spoločne, preto ich aj máme hodnotiť spoločne.

1. Slučka pre abdukciu a addukciu lopatky vertebrae – scapula - costae m. rhomboideus - m. serratus anterior
2. Slučka pre depresiu a eleváciu lopatky Hlava – C chrbtica – scapula - Th chrbtica m. trapezius superior — m. levator scapulae – m. trapezius inferior
3. Slučka pre depresiu a eleváciu ramena rebrá – scapula – stavce m. pectoralis minor – m. trapezius superior
4. Slučka fixujúca lopatku stavec – scapula – rebro m. trapezius (stredná časť) – m. serratus anterior

Opísané slučky okolo lopatky majú význam pre nastavenie polohy jamky plecového kĺbu a tým aj pre funkciu celého pletenca a ramena. Pri zmene rovnováhy v týchto slučkách sa

mení konfigurácia plecového pletenca. Dôležité sú pri tom aj extrarotátory obklopujúce plecový kĺb a vytvárajúce „manžetu rotátorov“: m. supraspinatus, m. infraspinatus, m. subscapularis a m. teres minor. Zmena napätia v niektorom z uvedených svalov zmení východiskové postavenie v plecovom kĺbe, ktoré sa stane zdrojom problémov, vedie k decentracii, ktorá následne vedie k asymetrickému opotrebovaniu kĺbných chrupaviek.

3. Ret'azce medzi ramenným pletencom a trupom

A. Ret'azec rameno - hrudník

predný hrudník – rameno – zadný hrudník m. pectoralis major – m. latissimus dorsi

Snopce m. pectoralis major sú skrížené v pripažení a neskrížené pri vzpažení. Pri abdukcii ramien sa posilňuje inšpirium, čo sa využíva pri dýchacej gymnastike.

B. Skrížené dlhé ret'azce trupu

Zadná strana

humerus jednej strany – chrbtica – crista iliaca druhej strany - koleno druhej strany m. latissimus dorsi–<i>fascia thoracolumbalis</i>–<i>fascia glutea</i>–m. gluteus maximus–<i>fascia lata</i> – m. tensor fasciae latae

Predná strana

humerus jednej strany – koleno druhej strany m. pectoralis major–<i>fascia prednej strany hrudníka</i>–mm. obliqui abdominis–<i>ligamentum inguinale</i> – <i>fascia stehenná</i> – <i>fascia lata</i> – m. tensor fasciae latae
--

Oba ret'azce sa krížia, ako na prednej, tak aj na zadnej strane trupu a spevňujú ho. Funkčné poruchy z hrudnej oblasti sa tak môžu prenášať mechanicky na oblasť plecového aj panvového pletenca a tým na horné aj dolné končatiny a opačne.

C. Ret'azec spevňujúci pletenec ramenný

Hrudník – clavicula – humerus – scapula – hrudník m. deltoideus – m. deltoideus – svaly lopatkových slučiek

m. deltoideus má 3 samostatné sektory:

- predná časť: humerus – clavícula
- stredná časť: humerus – acromion
- zadná časť: humerus - spina scapulae

Ret'azec ovplyvňuje vzťahy medzi kľúčnou kosťou a lopatkou.

D. Otvorený ret'azec: rameno – plecový pletenec – rameno - predlaktie

Scapula – humerus – predlaktie – scapula – humerus predlaktie
m. supraspinatus – m. biceps brachii – m. coracobrachialis – m. triceps brachii

m. coracobrachialis vytvára spojenie medzi humerom a plecovým pletencom, čím odľahčuje plecový kĺb a svojou aktivitou dokáže vrátiť rameno z rôznych postavení do východiskového.

E. Uzavretý ret'azec: rameno – plecový pletenec – rameno - predlaktie

scapula – humerus – ulna m. deltoideus – m. brachialis
scapula – radius (flexia – supinácia) m. biceps brachii
scapula - ulna (extenzia) m. triceps brachii
humerus – ulna (extenzia) m. triceps brachii
humerus – radius (flexia) m. brachioradialis

F. Ret'azec pronačno-supinačný

scapula – radius – ulna m. biceps brachii – m. supinator
humerus – radius (pronácia) m. pronator teres
ulna - radius (pronácia) m. pronator teres
ulna - radius (pronácia) m. pronator quadratus

Supinácia je silnejšia ako pronácia, pre účasť m. biceps brachii na jej vykonávaní. Tento fakt sa rešpektuje pri výrobe ručných nástrojov (napr. šrubováky a pod.).

G. Flekčno-extendčné slučky ruky

Flexia ruky	
m. flexor pollicis longus	humerus – radius – distálny článok palca
m. flexor digitorum superficialis	humerus – radius – ulna – stredný článok prsta
m. flexor carpi radialis	humerus – metacarpus II
m. flexor carpi ulnaris	humerus – ulna – os hamatum, metacarp V
m. palmaris longus	humerus – aponeurosis palmaris
m. flexor digitorum profundus	ulna – distálny článok II. – V. prstu

Väčšina svalov sú dvojklbové a preto môžu vykonávať flexiu prstov, ruky aj lakťá.

Extenzia ruky
humerus – m. extensor carpi radialis brevis – báza III. metacarpu
humerus – m. extensor carpi radialis longus – báza II. Metacarpu
humerus - m. extensor carpi ulnaris – báza V. metacarpu
humerus – m. extensor digitorum – aponeurosis dorsalis dig. II - V

Flexia a extenzia zápästia a ruky sú funkčne zviazané. V kludovom postavení prevažuje flexia nad extenziou. Ruka je úchopový orgán určený predovšetkým k držaniu predmetov a preto vždy dochádza ku koaktivácii partnerských dvojíc agonista-antagonista. Táto funkcia je súčasťou pohybového programu – úchopu.

H. Slučky pre opozíciu a repozíciu palca

Palec – opozícia (4 krátke svaly, 1 dlhý)	
m. opponens pollicis	carpus – os metacarpale I
m. adductor pollicis	carpus – os sesamoides ulnae
m. flexor pollicis brevis	carpus – os sesamoides radialis
m. abductor pollicis brevis	carpus - os sesamoides radialis
m. flexor pollicis longus	med. epikondylus humeri – radius - phalanx
Palec – repozícia (všetky svaly dlhé)	
m. abductor pollicis longus	ulna – radius – báza I. metacarpu
m. extensor pollicis brevis	membrana interossea - báza I. metacarpu
m. extensor pollicis longus	membrana interossea – terminálny článok I
<i>Tabatière medzi m. abduktor pollicis longus a m. extensor pollicis brevis</i>	
Malíček	
m. abductor digiti minimi	carpus – bazálny phalanx V
m. flexor dogiti minimi brevis	carpus – bazálny phalanx V
m. opponens digiti minimi	carpus – metacarpus V

4. Svalové reťazce pôsobiace na dolnú končatinu.

A. Ret'azec spájajúci nohu s hrudníkom

Os cuneiforme – tibia – hrudník
m. peroneus longus – fascia cruris – m. biceps femoris – m. adductor longus – m. OAI – m. OAE (druhej strany)
fibula – metatars I – os cuneiforme I - tibia slučka m. peroneus longus - m. tibialis anterior
fibula – calcaneus – os cuboideum – tibia slučka m. peroneus brevis – m. tibialis posterior

Tieto slučky tvoria funkčný celok a pôsobia ako opraty z laterálnej a mediálnej strany na pozdĺžne klenby nohy, ktoré udržujú.

Dolná končatina tvorí komplexný svalový reťazec, ktorého funkciu možno ovplyvniť ako zhora, tak aj zdola. Preto je dôležité pri vyšetrovaní porúch na nohe uvažovať o vplyvoch z vyšších oblastí, t.j. z panvy, bedrových a kolenných kĺbov. Rovnako treba brať do úvahy aj opačný vplyv z postavenia planty.

Krátky reťazec medzi panvou a femurom
os ilium – femur – os ilium – femur – lumbálna chrbtica – os sacrum – os ilium m. gluteus maximus – m. iliacus – m. psoas
Dlhý reťazec medzi panvou a lýtkom
spina iliaca – tibia – tuber ischiadicum – fibula – tuber ischiadicum m. rectus femoris – semisvaly – m. biceps femoris

Krátky reťazec býva často postihnutý hypertoniou v oblasti m. iliopsoas a hypotoniou m. gluteus maximus, čo vedie k zmene postavenia Si kĺbu.

5. Dlhé reťazce po celej dĺžke tela

Ret'azec pri záklone so vzpažením	
Svaly aktivujúce pohyb	- m. tibialis anterior - m. semitendinosus - m. biceps femoris - m. erector spinae - m. trapezius
Svaly brzdiace a návratné	- m. triceps surae - m. gracilis - m. semitendinosus - m. sartorius - m. rectus abdominis - m. pectoralis major - mm. hyoidei
Ret'azec pri úklone so vzpažením	
Svaly aktivujúce úklon homolaterálne	- m. gluteus medius et minimus - m. OAI et OAE - m. erector spinae - m. QL - mm. scaleni
Svaly korigujúce a návratné - kontralaterálne	- m. tibialis anterior - m. gluteus maximus - m. TFL - m. OAI et OAE
Svaly korigujúce a návratné - homolaterálne	- m. peroneus longus - m. biceps femoris - m. adductor longus - m. OAI et OAE- kontralaterálne

Ret'azec pri „moste“	
Svaly aktivujúce pohyb	Pôsobia tu dve skrížené slučky spájajúce rameno jednej strany s lýtkom druhej strany. - m. latissimus dorsi - fascia thoracolumbalis - m. gluteus maximus - m. triceps surae - druhej strany
Udržiavacie svaly	- m. soleus - m. quadriceps femoris - m. TFL - m. gluteus maximus - m. erector spinae - m. rhomboideus - m. deltoideus - m. triceps brachii
Svaly návratné	- m. quadriceps femoris - m. iliopsoas - m. OAI et OAE - m. rectus abdominis - m. pectoralis major + lopatkové slučky

Existencia funkčných slučiek a reťazcov umožňuje vznik vzdialenej prenesenej motorickej poruchy. Tento fakt je obdobou „prenesenej bolesti“ – referred pain. S prenesenými vzdialenými motorickými príznakmi sa v bežnej praxi málokedy počíta. Je treba rešpektovať lokálne citlivé spúšťové body, signalizujúce možnosť vzdialených motorických fenoménov. Vzhľadom k vzdialenému pôsobeniu svalových reťazcov nie je možné pri kineziologickej analýze pohybu obmedziť sa len na lokálne zistené poruchy a bolestivé miesta. Je potrebné myslieť na takéto vzdialené ovplyvňovanie svalovými a kinetickými reťazcami. Takýto postup znižuje zároveň aj riziko vzniku recidív.

Použitá literatura:

- DVOŘÁK, R.: Některé teoretické poznámky k problematice otevřených a uzavřených biomechanických řetězců. In: Rehabilitace a fyzikální lékařství. Praha: Česká lékařská společnost. Ročník 12, 1/2005, s. 12 –17. ISSN 1211-2658
- DVOŘÁK, R.: Otevřené a uzavřené biomechanické řetězce v kinezioterapeutické praxi. In: Rehabilitace a fyzikální lékařství. Praha: Česká lékařská společnost. Ročník 12, 1/2005, s. 18 –22. ISSN 1211-2658
- GÚTH, A. Et al: Liečebné metodiky v rehabilitácii pre fyzioterapeutov. Bratislava: Liečreh Gúth. S. 470, ISBN 80-88932-16-5
- KOLÁŘ, P.: Vertebrogenní obtíže a stabilizační funkce svalů – diagnostika. In: Rehabilitace a fyzikální lékařství. Praha: Česká lékařská společnost. Ročník 13, 4/2006, s. 155 –169. ISSN 1211-2658
- KOLÁŘ, P.: Vertebrogenní obtíže a stabilizační funkce páteře – terapie. In: Rehabilitace a fyzikální lékařství. Praha: Česká lékařská společnost. Ročník 14, 1/2007, s. 3 –17. ISSN 1211-2658
- KOLÁŘ, P., LEWIT, K.: Význam hlubokého stabilizačního systému v rámci vertebrogenních obtíží. In: Neurológia pre prax. 5/2005, s.258-262,
- PAVLŮ, D.: Speciální fyzioterapeutické koncepty a metody. 2. opravené vydanie. Brno: Akademické vydavatelství Cerm, s.r.o.: 2003, s. 239, ISBN 80-7204-312-9
- RYCHLÍKOVÁ, E.:Manuální medicína. 2. prepracované vydanie. Praha. Maxdorf, 1997. 414s. ISBN 80-85800-46-2
- SUCHOMEL, T.: Stabilita v pohybovém systému a hluboký stabilizační systém – podstata a klinická východiska. In: Rehabilitace a fyzikální lékařství. Praha: Česká lékařská společnost. Ročník 13, 3/2006, s. 112 – 125. ISSN 1211-2658
- SMÍŠEK, R., SMÍŠKOVÁ, K.: SM systém, cvičení pro regeneraci páteře. http://www.smsystem.cz/index_soubory/novakniha.htm 7. 4. 2008
- SPRIGROVÁ, I.: Cvičenie v otvorenom a uzavretom reťazci. In: Gúth, A. Et al: Liečebné metodiky v rehabilitácii pre fyzioterapeutov. Bratislava: Liečreh Gúth. S. 105-115. ISBN 80-88932-16-5
- VÉLE, F.: Kineziologie. 2. rozšířené a prepracované vydanie, Praha: Triton. 2006, s.375 ISBN 80-7254-837-9
- VOJTA, V.: Mozgové hybné poruchy v kojeneckém věku. Praha: Avicenum, 1993. 366s. ISBN 80-85424-98-3
- ŽIVČÁK, J. a kolektiv: Biofyzika a biomechanika. Elektronická publikácia. ISBN 978-80-8068-678-9