

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

Fakulta tělesné výchovy a sportu



DIPLOMOVÁ PRÁCE

2007

Zuzana Maierová

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

Fakulta tělesné výchovy a sportu

Katedra fyzioterapie

Vliv statické zátěže v poloze v sedě na svaly pánevního dna  
z pohledu biomechaniky

Vedoucí diplomové práce :  
Prof. Ing. Stanislav Otáhal, CSc.

Zpracovala:  
Zuzana Maierová

Srpen 2007

## **ABSTRAKT**

**Název práce:** Vliv statické zátěže v poloze v sedě na svaly pánevního dna z pohledu biomechaniky

**Název v anglickém jazyce:** The influence statical empty weight at position in setting position to pelvic floor muscle from look biomechanics

**Cíle práce:** Cílem této diplomové práce bylo shrnout a poskytnout ucelený přehled o současných poznatcích týkajících se problematiky statické polohy v sedě a jejího vlivu na svaly pánevního dna. Zmapovat a zorientovat se v problematice identifikace změn na pánvi, které se v současné době používají, a porovnat jejich výhody a nevýhody.

**Metoda:** Přístupem je analýza dostupné literatury způsobem critical review, komparace jednotlivých autorů a následné hodnocení a hledání společných znaků. Práce je teoretickým podkladem pro další studie.

**Výsledky:** Svaly pánevního dna je nutné vnímat komplexně a brát v úvahu jeho vazby na ostatní orgány a funkce organismu. Statická poloha v sedě není přirozenou polohou a zatěžuje organismus, přesné důsledky této polohy nejsou ještě úplně známy. Identifikace změn pánevního dna je velmi složitá, a proto nelze použít pouze jednu metodu, ale je nutná kombinace různých metod vzhledem k tomu, že změny, které se zde odehrávají, jsou velmi malé a špatně zaznamatelné a ještě k tomu pokaždé jiné.

**Klíčová slova:** statická poloha v sedě, svaly pánevního dna, dýchací svaly, biomechanika, zobrazovací metody

Touto cestou bych chtěla poděkovat Prof. Ing. Stanislavu Otáhalovi, CSc. za odborné vedení práce a podnětné konzultace. Dále děkuji Mgr. Kateřině Erbenové za ochotu, spolupráci a přínosné rady.

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně a použila jsem pouze uvedenou literaturu.

V Praze dne 23. srpna 2007

.....

Zuzana Maierová

Souhlasím se zapůjčením této diplomové práce ke studijním účelům a prosím, aby byla vedena evidence vypůjčovatelů, a ti aby pramen řádně citovali.

Datum	Jméno a příjmení	Poznámka	Podpis

## OBSAH

1	ÚVOD.....	8
1.1	CÍLE PRÁCE .....	10
2	TEORETICKÁ VÝCHODISKA.....	11
2.1	ANATOMIE PÁNVE .....	11
2.1.1	KOSTRA PÁNVE.....	11
2.1.2	SPOJENÍ NA PÁNVI.....	12
2.1.3	LIGAMENTA PÁNVE.....	13
2.1.4	SVALY PÁNEVNÍHO DNA.....	14
2.1.5	INERVACE.....	15
2.2	ANATOMIE DÝCHACÍHO ÚSTROJÍ.....	16
2.2.1	DÝCHACÍ SVALY.....	16
2.2.2	BŘIŠNÍ SVALY.....	16
2.2.3	BRÁNICE.....	17
2.3	FYZIOLOGIE DÝCHÁNÍ.....	18
2.4	BIOMECHANIKA SVALOVÉ KONTRAKCE .....	19
2.4.1	STRUKTURA KOSTERNÍHO SVALU .....	19
2.4.2	INERVACE KOSTERNÍHO SVALU .....	20
2.5	BIOMECHANICKÉ VLASTNOSTI SVALU.....	22
2.6	PRŮBĚH KONTRAKCE KOSTERNÍHO SVALU .....	22
2.6.1	ZAPOJOVÁNÍ MOTORICKÝCH JEDNOTEK V PRŮBĚHU SVALOVÉ KONTRAKCE.....	23
2.7	FUNKCE BRÁNICE.....	24
2.8	FUNKCE SVALŮ PÁNEVNÍHO DNA.....	26
2.9	DYSFUNKCE SVALŮ DNA PÁNEVNÍHO .....	28
2.10	POPIS VZÁJEMNÝCH VAZEB A ŘETĚZENÍ.....	29
2.11	FUNKČNÍ VZTAHY ABDOMINÁLNÍCH SVALŮ A DÝCHÁNÍ .....	30
2.12	VLIV INTRAABDOMINÁLNÍHO TLAKU .....	31
2.13	MOŽNOSTI IDENTIFIKACE ZMĚN PÁNEVNÍHO DNA .....	34
2.13.1	NUKLEÁRNÍ MAGNETICKÁ REZONANCE (NMR).....	35
2.13.2	ULTRAZVUKOVÁ VYŠETŘENÍ – UZ .....	36

2.13.3	ELEKTROMYOGRAFIE – EMG .....	39
2.13.4	VÝPOČETNÍ TOMOGRAFIE – CT .....	40
2.14	VLIV STATICKÉ ZÁTĚŽE NA ORGANISMUS .....	41
2.14.1	DYNAMICKÁ A STATICKÁ PRÁCE SVALŮ .....	41
2.14.2	VLIV STATICKÉ ZÁTĚŽE NA POHYBOVÝ SYSTÉM .....	42
2.14.3	STATICKÁ PRÁCE A POLOHA V SEDĚ .....	43
2.15	PROJEVY POTÍŽÍ POHYBOVÉ SOUSTAVY .....	44
2.15.1	ERGONOMICKÉ PŘÍČINY POTÍŽÍ .....	44
2.15.2	DOLNÍ KONČETINY .....	45
2.15.3	TLAK PŮSOBÍCÍ NA SEDACÍ HRBOLY .....	45
2.15.4	KREVNÍ OBĚH .....	46
2.15.5	INTERSTICIÁLNÍ TEKUTINA .....	46
2.15.6	BOLESTI ZAD .....	47
2.16	POLOHA V SEDĚ .....	47
2.16.1	PŘEDNÍ SEZENÍ .....	48
2.16.2	STŘEDNÍ SEZENÍ .....	48
2.16.3	ZADNÍ SEZENÍ .....	48
2.17	STŘÍDÁNÍ PRACOVNÍCH POLOH .....	49
2.18	MONOTONIE .....	50
2.18.1	PODMÍNKY VZNIKU A VYVOLÁNÍ MONOTONIE .....	50
2.18.2	NEUROFYZIOLOGICKÝ ZÁKLAD .....	51
3	DISKUZE .....	53
4	ZÁVĚR .....	56
5	SEZNAM LITERATURY .....	57
6	PŘÍLOHY .....	66
7	SEZNAM ZKRATEK .....	81



# 1 ÚVOD

Jedním z hlavních problémů naší doby jsou bolesti zad, které souvisejí hlavně s dnešním způsobem života. Ten není příliš nakloněn pravidelnému pohybu a zdravému životnímu stylu, ale spíše naopak. Většina činností, které provádíme během dne jsou v poloze v sedě, pracujeme pod tlakem a ve stresu, takovýto způsob života musí mít i své důsledky a jedním z těchto důsledků jsou i bolesti zad. Proto je také nasnadě, že se problematikou bolesti zad zabývá řada odborníků, od praktických lékařů, revmatologů, neurologů, neurochirurgů až po fyzioterapeuty a ergoterapeuty. Dokonce SZO popisuje tzv. onemocnění „work – related diseases“ neboli profesionálně podmíněná onemocnění páteře.

Nejčastější polohou, kterou zaujímáme během dne, je poloha v sedě. Tato poloha bývá spojena s tzv. monotónními činnostmi, které snižují aktivitu centrálního nervového systému, v důsledku nedostatečných podnětů z vnějšku. Počítač je dnes běžnou součástí našeho života. Dlouhé hodiny trávíme v jeho společnosti – na pracovišti i doma. Je naším pracovníkem i zdrojem tolik potřebných informací. Je však důležité upozornit, že práce s počítačem přináší i některá zdravotní rizika. Mnoho našich i zahraničních studií prokázalo, že dlouhodobé pozorování obrazovky vede ke zrakové únavě a statická poloha těla při práci s počítačem má za důsledek vznik obtíží pohybového aparátu zejména v krční a bederní páteři a také v oblasti zápěstí a ruky, popř. ramene. Vznik těchto obtíží, jejich intenzita i četnost výskytu jednoznačně souvisí s ergonomickým uspořádáním pracovního místa. Vybavení náležitými ergonomickými pomůckami znamená nejen zpříjemnění a zkvalitnění práce, ale i významné omezení možnosti dlouhodobého ohrožení zdraví.

Nesmíme také opomenout to, že u většiny pracovních činností převládají jednostranné pohybové činnosti, které přetěžují jen určité svalové skupiny či oblasti páteře. Pokud k tomu všemu přidáte ještě stres, máme na problémy pohybového aparátu zaděláno. Je sice pravdou, že zdravotní účinky stresu nejsou prokázány, ale pokud se jedná o dlouhodobé působení stresorů, je tu určitá souvislost a důsledkem mohou být změny ve fyziologických funkcích, psychické poruchy a také psychosomatická onemocnění.

V souvislosti se všemi výše uvedenými problémy nesmíme opomenout problematiku dysfunkce pánevního dna. Pánevní dno je často diskutovaným tématem, ať už z pohledu gynekologie nebo fyzioterapie. Pro nás je důležitá funkce pánevního dna, které se nejen účastní na břišním lisu a tím i také na stereotypu dýchání, ale v této souvislosti nesmíme zapomenout na důležitou roli v řetězení funkčních poruch. Potíží s dysfunkcí pánevního dna stále přibývá a není to jen anatomickým uložením těchto svalů v oblasti, která je významná jak pro pohybový aparát, tak pro orgány uložené v malé pánvi. Proto hlavně při řešení funkčních poruch organismu nesmíme tuto oblast vynechat.

Co se týče problematiky pánevního dna je zatím asi jeho největším problémem objektivní zhodnocení a to hlavně jeho funkce, to znamená dynamické zobrazení. Také je celkem obtížné zobrazení v jiné poloze než v leže. Proto se v této práci budu zabývat možnostmi identifikace změn pánevního dna.

Diplomová práce bude pojednávat hlavně o statické zátěži v poloze v sedě a jejím vlivu na pánevní dno. Jelikož je tato poloha tou nejčastější, kterou člověk zaujímá během dne, je důležité zabývat se tím, jaký vliv má tato poloha nejen na svaly pánevního dna, ale také na dýchací pohyby ve vztahu s bránicí a abdominálními a thorakálními prostory.

Tato práce byla zpracována v rámci grantu: Biomechanické a respirační charakteristiky monotónní stacionární zátěže pánevního dna.

## 1.1 CÍLE PRÁCE

1. Shrnout a poskytnout ucelený přehled o dosavadních poznatcích týkajících se problematiky statické polohy v sedě a jejího vlivu na svaly pánevního dna.
2. Zmapovat a zorientovat se v problematice identifikace změn na pánvi, které se v současné době používají, a porovnat jejich výhody a nevýhody.

## ÚKOLY PRÁCE:

1. Stručný přehled anatomie svalů pánevního dna a dýchacích svalů
2. Popsat funkci svalů pánevního dna a dýchacích svalů
3. Proč jsou důležité mechanické vlastnosti svalů pánevního dna
4. Zachytit podstatu provázanosti svalů pánevního dna s jinými orgány a systémy
5. Zdůraznit vliv intraabdominálního tlaku na svaly pánevního dna
6. Zvážit jaké metody jsou vhodné pro identifikaci změn na pánvi
7. Popsat jaký vliv má statická poloha v poloze v sedě nejen na svaly pánevního dna, ale také zda a jak ovlivňuje fyziologické funkce v organismu
8. Zvážit důležitost ergonomie ve vztahu k problematice statické zátěže
9. Zachytit podstatu monotónní činnosti

## 2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA

### 2.1 ANATOMIE PÁNVE

#### 2.1.1 KOSTRA PÁNVE

Pletenec pánevní je tvořen pánevními kostmi, *ossa coxae*, spojenými vpředu sponou stydkou, *symphysis pubica*, vzadu je mezi ně vložena kost křížová *os sacrum*. Pánevní kosti a *os sacrum* tvoří pánev, *pelvis*. Z funkčního hlediska musíme k pánvi zařadit také bederní obratle a horní konce stehenních kostí, které s pánevními kostmi vytvářejí kyčelní klouby.

#### **Kost pánevní, *os coxae***

Vzniká srůstem tří kostí :

Kosti kyčelní, *os ilium*, kosti sedací, *os ischii* a kosti stydké, *os pubis*. V období růstu se chrupavčité hranice těchto kostí dotýkají v acetabulu v linii, která má tvar písmene Y. Každá z pánevních kostí se skládá z těla a z periferní části.

Pánevní kost jako celek má na vnitřní straně kostěnou hranu, *linea arcuata*, která probíhá po horním rameni kosti stydké a po kyčelní kosti a spolu se stejnojmennou hranou na druhé kyčelní kosti, s výčnělkem na kosti křížové, *promotorium*, vytváří linii, *linea terminalis*, která odděluje velkou a malou pánev (17, 26).

Podrobnější anatomické údaje jsou uvedeny v příloze číslo 1.



Obrázek 1: Kostra pánve (Převzato z 55).

## 2.1.2 SPOJENÍ NA PÁNVI

### **Spona stydká, *symphysis pubica***

Je velmi pevné chrupavčité spojení obou kostí stydkých vpředu, spojuje *facies symphysiales* z obou stran a *discus interpubicus*, ze kterého dorzálně vyčnívá *ominentia retropubica*.

Spona stydká je tvořena vazivovou chrupavkou, kde laterální části jsou z chrupavky hyalinní. Symfýza je zpevněna vazy, *ligamentum pubicum superius*, který jde po horním okraji disku od jedné stydké kosti ke druhé, a *ligamentum pubicum inferius*, které jde obloukem podél dolního okraje symfýzy a přilehlých úseků stydkých kostí.

### **Křížokyčelní kloub, *articulatio sacroiliaca*, SI kloub**

Křížokyčelní kloub je složený ze dvou částí, které jsou vůči sobě úhlovitě zalomené. Je to tuhý kloub spojující *facies auricularis ossis sacri* a *facies auricularis ossis ilii*, plochy křížové a kyčelní kosti. Nerovné kloubní plochy jsou pokryté vazivovou chrupavkou.

Pánev je také spojena vazivem, *syndesmoza*, toto spojení nacházíme obvykle mezi kostí křížovou a kostrčí. Další spojení je spojení chrupavkou, které je přítomno ve sponě stydké, *symphysis pubis*, která spojuje přední části stydkých kostí. Spona je zpevněna na horní a dolní straně vazy, *ligamentum pubicum superius* a *ligamentum pubis* (12, 13, 92).

### 2.1.3 LIGAMENTA PÁNVE

Pomáhají zpevnit pánev jako celek:

#### 1. *Ligamentum sacrospinale*

Je silný vaz , který je napjatý mezi dolním koncem kosti křížové a trnem sedací kosti, *spina ischiadica*, vaz do značné míry splývá se svalem pánevního dna, kterým je *m. coccygeus*.

#### 2. *Ligamentum sacrotuberale*

Sbíhá od okrajů kosti křížové a kostrče na sedací hrbol, *tuber ischiadicum*.

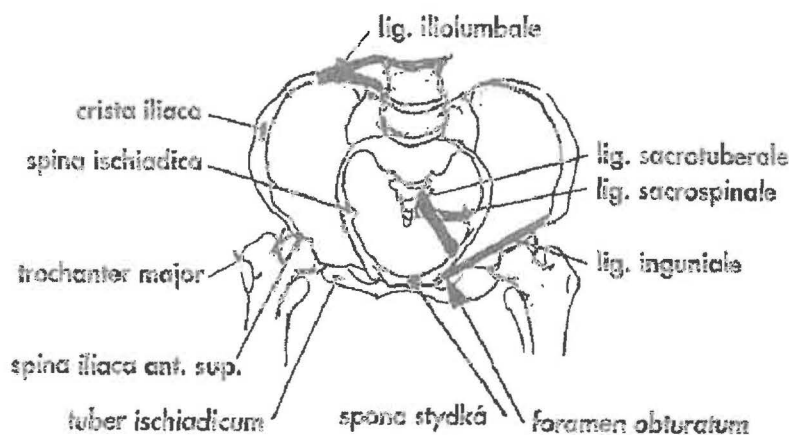
Oba vazy spolu se zářezy v *os coxae* vytváří otvory pro vstup svalů, cév a nervů, *foramen ischiadicum majus*, které je rozdělené průběhem *m. piriformis* na *foramen supra et infrapiriforme*, a *foramen ischiadicum minus*.

#### Tříselný vaz, *ligamentum inguinale*

Toto ligamentum je napjaté mezi předním horním trnem kyčelní kosti, *spina iliaca anterior superior* a *tuberculum pubicum*. Je to zesílený dolní okraj zevního šikmého břišního svalu, *m. obliquus abdominis externus*.

#### *Ligamenta iliolumbale*

Přecházejí z hřebene páneve na příčné výběžky 4 a 5 bederního obratle (17, 54).



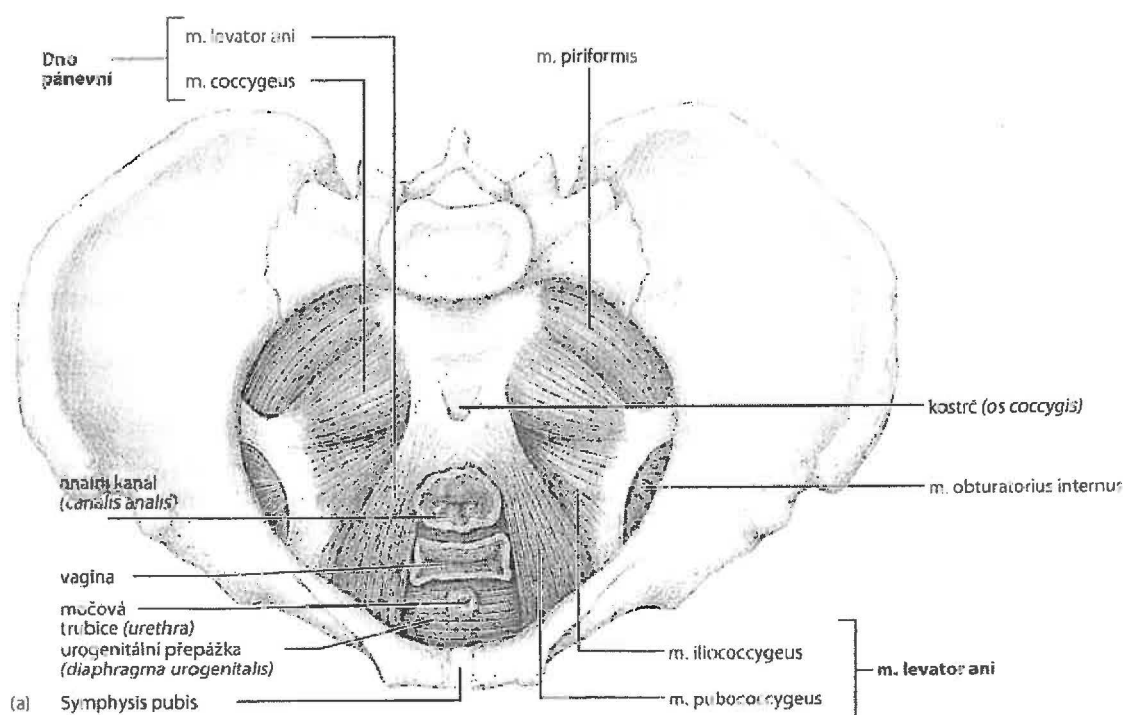
Obrázek 2: Hmatatelné útvary a ligamenta pánve (Převzato z 54).

## 2.1.4 SVALY PÁNEVNÍHO DNA

Svaly pánevního dna tvoří dno břišní dutiny a jejich dostatečné a vyrovnané napětí je nezbytné pro správnou činnost bránice. Centrum tendineum se může opřít o vnitřní orgány pokud je břišní dutina zpevněna napětím svalů břišní stěny a vnitřní orgány se mohou opřít o svaly pánevního dna (42).

Dno pánevní je uzavřeno souborem příčně pruhovaných svalů a vazivových pruhů (26).

Pánevní východ tvoří dvě svalové přepážky: *diaphragma urogenitale* a *diaphragma pelvis* (93).

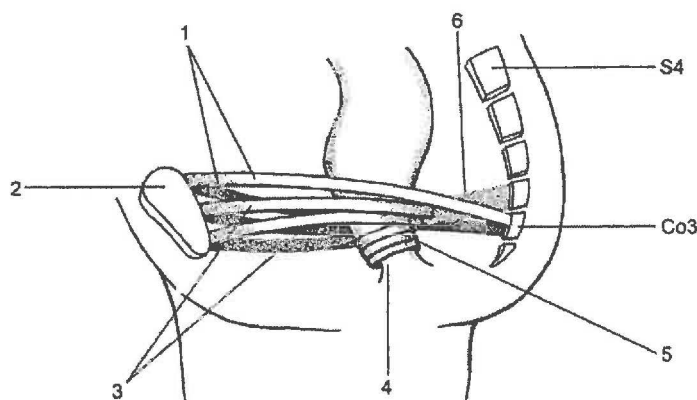


Obrázek 3: Pohled zepředu na svaly pánevního dna v ženské pánvi (Převzato z 55).

Pánevní dno, *diaphragma pelvis* má tvar mělké nálevky, která začíná na stěnách malé pánve a sbíhá směrem kaudálním k průchodu konečníku (11). Na jeho stavbě se podílejí *m. levator ani* a *m. coccygeus*, které se vyvinuly ze skeletních svalů ocasní části páteře v souvislosti s vývojem vzpřímeného držení těla. Patří tedy ke kosternímu svalstvu.

Diaphragma pelvis funguje u ženy především jako pružná spodina pánve, podpůrný aparát a také se podílí svým tahem (m. puborectalis) na uzávěru konečníku.

Nejvýznamnější fascií v této lokalitě je fascia endopelvica, která v abdomino-pelvické dutině odděluje orgány od svalové hmoty. Tato fascie, na které lze rozlišit část viscerální a parietální může obsahovat jak tukovou tkáň, tak fibrózní složku, ale i komponentu hladkého svalstva.



Obrázek 4: Svaly dna pánevního - m- levator ani. 1-m. pubococcygeus, 2-symphysis pubica, 3- m. puborectalis, 4-anus, 5-m. sphincter ani externus, 6- ligamentum annococcygeum (Převzato z 91).

### 2.1.5 INERVACE

Pánevní dno je velmi citlivé a to hlavně z důvodu toho, že je percepčně bohatě vybavené. Inervace je somatická a vegetativní. Zdrojem inervace pro m. coccygeus a m. levator ani je z přímé větve z Plexus Sacralis. M. sphincter ani externus a svaly diaphragma urogenitale jsou inervovány cestou n. pudendus. M. sphincter urethrae je prokazatelně složen z příčně pruhovaných vláken, ale inervaci zajišťuje Plexus hypogastricus (3, 11).



## 2.2 ANATOMIE DÝCHACÍHO ÚSTROJÍ

### 2.2.1 DÝCHACÍ SVALY

Primární svaly inspirační (dle Kapandjiho) jsou bránice, mm. intercostales externi a mm. levatores costae. Mezi primární svaly expirační patří mm. intercostales interni a m. sternocostalis (38). Véle uvádí, že vedle svalů hlavních se za určitých podmínek účastní respirace i pomocné svaly, které se upínají na hrudníku, a mohou tak ovlivňovat jeho tvar a tím obsah vzduchu (100).

Mezi pomocné svaly inspirační (dle Kapandjiho) patří m. sternocleidomastoideus, mm. scaleni, mm. pectorales, m. serratus anterior (pars inferior), m. latissimus dorsi, m. serratus posterior superior a m. iliocostalis superior.

Mezi pomocné svaly expirační patří mm. abdominis, m. iliocostalis (pars inferior), m. longissimus dorsi, m. serratus posterior inferior (38).

### 2.2.2 BŘIŠNÍ SVALY

Kováčiková uvádí, že M. rectus abdominis tahem za kaudální konec sternu umožní při nádechu vyklenutí hrudní kosti směrem ventrálním. M. obliquus externus abdominis táhne za dolní žeberní oblouky (excentrickou kontrakcí) čímž je fixuje a umožňuje při nádechu roztažení dolních a posléze i horních etáží hrudníku. M. obliquus internus abdominis a m. transversus abdominis tvoří koordinovaný břišní lis spolu s m. obliquus externus abdominis a stávají se tak odrazovým můstkem pro uskutečnění nádechu do hrudníku (42).

Máček a Smolíková tvrdí, že bránice hraje základní a primární funkci při nádechu spolu s mm. scaleni. Aktivita mezižebních svalů je během dýchání v různých mezižebří jiná (50).

### 2.2.3 BRÁNICE

Staří Řekové nazývali bránici „phrenos“ – jednota všech možností lidských aktů (69).

Bránice je široce rozložený sval, který odděluje dutinu hrudní od dutiny břišní. Mezi ostatními příčně pruhovanými svaly má zvláštní postavení. Jakožto hlavní dechový sval zajišťuje jednu ze základních životních funkcí – dýchání. Svou funkcí tak může zasahovat nejen do průběhu dechové činnosti, ale zároveň ovlivňovat úroveň excitability svalstva během nádechu či výdechu. Správný rozsah jejích exkurzí umožňuje nejen dokonalou ventilaci plic, ale i dobrou funkci trávicího a vylučovacího systému, vliv má vlastně na všechny břišní orgány. Svou kontrakcí se zároveň spoluúčastní na stabilizaci trupu a má i vliv na posturální funkce jako takové.

Podle Véleho tento plochý, kopulovitě uspořádaný sval odděluje jako horizontálně postavená membrána dutinu hrudní od dutiny břišní, kterou distálně uzavírají svaly pánevního dna a ventrálně a laterálně svaly břišní spolu s m. quadratus lumborum. Bránice je hlavní dýchací sval. Má kopulovitý tvar, kopulí směřuje nahoru, kde je centrum tendineum. Odtud se rozbíhají radiálně svalová vlákna směrem k periferii (žeberní chrupavky, konce 11. a 12. žebra, oblouky žeber). Na obratle se bránice upíná dvěma cípy (100).

Kapandji uvádí, že její tvar není symetrický. Při nádechu klesá centrum tendineum kaudálně, opře se o orgány břišní dutiny a stává se punctum fixum. Při pokračující kontrakci bránice zdvihá dolní žebra (38).

Více o dýchacích svalech v příloze číslo 3.

## 2.3 FYZIOLOGIE DÝCHÁNÍ

Plíce zajišťují tzv. vnější dýchání, tj. výměnu kyslíku a oxidu uhličitého mezi krví a zevním prostředím.

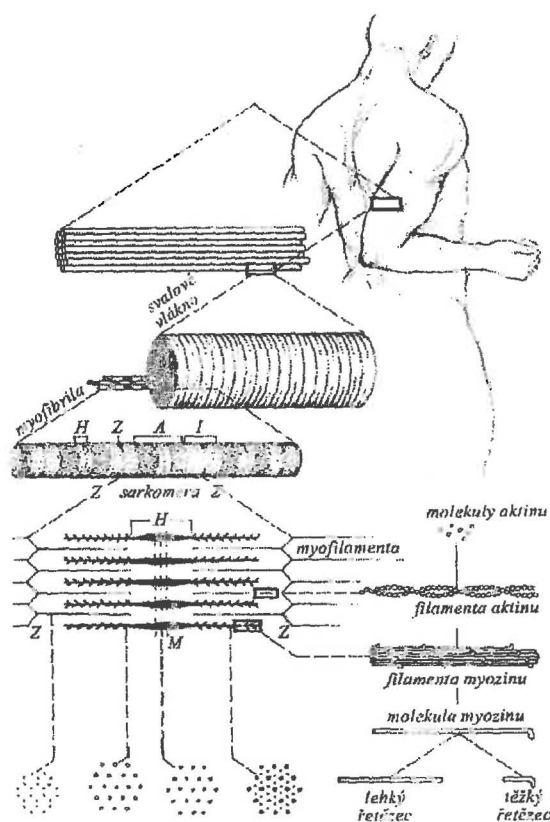
- Ventilace zajišťuje proudění vzduchu mezi atmosférou a alveoly. Je to funkce, kterou lze označit za mechanickou.
- Difúze zajišťuje výměnu kyslíku a oxidu uhličitého přes alveolo-kapilární membránu.
- Perfúze je hemodynamická funkce plic, při níž je venózní krev transportována z pravého srdce do alveolokapilární oblasti a arterializovaná krev do levého srdce.
- Regulace ventilace je v souladu s aktuálními metabolickými požadavky organismu.

Kordač, Svoboda, Šnajdr, Voslářová, a Widimski se shodují v tom, že úplná zástava jakékoli z těchto funkcí vede k okamžité smrti. Porucha kterékoli této funkce vždy nutně poškozuje organismus. Tak jako v jiných orgánech, existují i zde mechanismy, které mohou funkční defekty různě kompenzovat. Výhodou je, že možnosti kompenzace u plic jsou obrovské (41).

## 2.4 BIOMECHANIKA SVALOVÉ KONTRAKCE

### 2.4.1 STRUKTURA KOSTERNÍHO SVALU

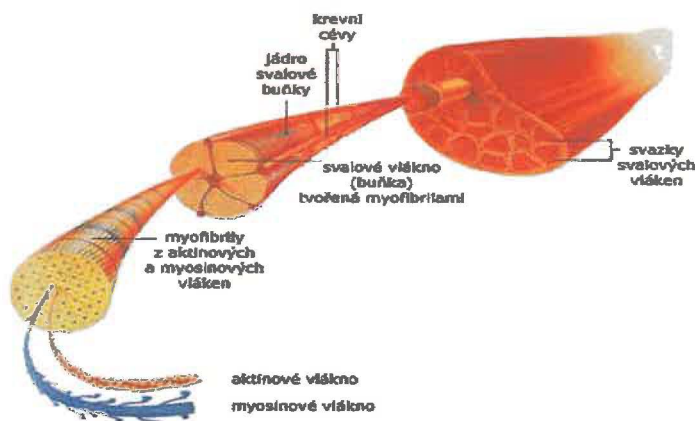
Základní anatomickou jednotkou kosterního svalu je mnohojaderné svalové vlákno, které se skládá z velkého množství myofibril. Myofibrily jsou vlastním kontraktilem aparátem vně svalového vlákna v sarkoplazmě, jejich průměr je velmi malý a po celé délce se člení na sarkomery. Sarkomera je kontraktilem jednotka svalu, ohraničená na obou koncích destičkami Z. Její základní strukturu tvoří silná - myozinová a tenká - aktinová filamenta. Aktin a myozin jsou bílkoviny, které realizují kontrakci sarkomery, další bílkoviny – titin a nebulin podmiňují její pružnost.



Obrázek 5: Příčně pruhované svaly - Organizace kosterního svalu

(Převzato z 78).

Uspořádání filament způsobuje v mikroskopickém obraze příčné pruhování myofibril. Světlejší (izotropní) proužek I je tvořen aktinovými filamenti, v tmavším (anizotropním) proužku A se překrývají vlákna aktiniová a myozinová. Tam, kde jsou pouze myozinová filamenta je v proužku A světlejší úsek neboli zóna H. Středem této zóny prochází linie M. Izotropní pásy jsou uprostřed předěleny linií Z (94, 78, 75, 84).



Obrázek 6: Stavba svalu (Převzato z 94).

Krahulec rozlišuje tři typy svalových vláken: Pomalý typ – málo unavitelné, uplatňují se při dlouhodobém výkonu, rychlý typ – rychle unavitelné, slouží ke krátkým rychlým kontrakcím a smíšený neboli přechodný typ. **Funkční svaly pánevního dna obsahují asi 1/3 pomalých, tonických vláken a zbytek rychle se kontrahujících.** Vytrvalost je rozvíjena pomalými kontrakcemi s nízkou frekvencí opakování. Síla stahu je způsobena rychlými kontrakcemi a častým opakováním (43).

## 2.4.2 INERVACE KOSTERNÍHO SVALU

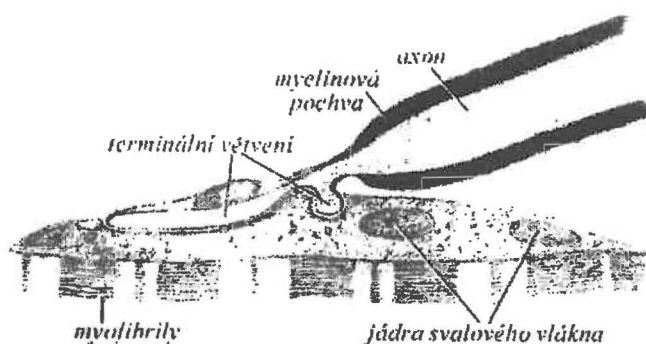
Činnost kosterních svalů je řízena vůlí. Inervaci zajišťují míšní nervy, které jsou zpravidla smíšené. To znamená, že obsahují nejen vlákna autonomní, ale i vlákna motorická a senzitivní. Vlákna kosterního svalu jsou aktivována prostřednictvím

motoneuronu, jehož těla jsou uložena v předních rozích míšních (míšní nervy) a v mozkovém kmeni (hlavové nervy).

Silná motorická vlákna jsou tzv. axony alfa – motoneuronů, kdy existují dva typy těchto vláken. Malé alfa – motoneurony, které jsou určeny pro inervaci oxidativních (pomalých) svalových vláken, tudíž vedou mnohem pomaleji než velké alfa – motoneurony, které inervují glykolycká (rychlá) vlákna a vedou mnohem rychleji. Slabší motorická vlákna jsou výběžky gama – motoneuronů, jejich funkcí je inervace intrafuzálních vláken svalových vřetének.

Svalová vřeténka a šlachová tělíska jsou receptory podávající informace o protažení svalu. Senzitivní inervaci kosterních svalů zajišťují dostředivé neurony spinálních ganglií a receptory. Senzitivní vlákna začínají u receptorů ve svalech, šlachách a kloubních pouzdrech. Ze spinálních ganglií pak vedou senzitivní informaci těch samých buněk do zadních míšních rohů (17, 84).

Motorická vlákna končí na sarkolemě svalových vláken. Tato synapse se nazývá nervosvalová (motorická) ploténka.



Obrázek 7: Nervosvalová ploténka ( Převzato z 78).

Soubor svalových vláken, vždy se jedná o vlákna stejného typu, který je inervován jedním motoneuronem se nazývá motorická jednotka – MJ. Motorická jednotka je základní funkční a biomechanickou jednotkou kosterního svalu. Počet svalových vláken v MJ může být různý, podle velikosti motorické jednotky (74, 17, 26).

## 2.5 BIOMECHANICKÉ VLASTNOSTI SVALU

Sval je jediným aktivním pohybovým prvkem člověka , který spolu s nadřazeným systémem tvoří svalový systém. Síly, které sval generuje se přenášejí na skelet jsou příčinami aktivního pohybu člověka. Dále pak také evidentně mění pasivní mechanické vlastnosti celého pohybového systému ( 39).

Svalstvo patří ke vzrušivým tkáním, kdy jeho charakteristickou funkcí je schopnost kontrakce a relaxace. Kontrakce navazuje na excitaci vzrušivé buněčné membrány. Projevuje se tenzí popřípadě zkrácením svalu a je přímou přeměnou chemické energie na mechanickou(94).

Svalová tkáň má čtyři základní vlastnosti. První - excitabilita, což znamená schopnost svalové tkáně přijímat podněty a odpovídat na ně. Druhá – kontraktibilita, neboli schopnost zkrácením generovat sílu a pohyb. Třetí – extenzibilita je schopnost svalové tkáně „být protažena“. Čtvrtá – elasticita, která umožňuje svalové tkáni „vrátit se“ do původního stavu, ve kterém se nacházela před smrštěním nebo protažením (45).

Na úrovni molekulární je mezi ději podráždění a kontrakce nejdůležitějším článkem **kalcium**. Pokud není přítomen Ca sice lze vybavit akční potenciál, ale kontrakce nenastane. Jako receptor Ca se uplatňuje troponinová subjednotka a kalciová regulace je spojena s aktinem.

## 2.6 PRŮBĚH KONTRAKCE KOSTERNÍHO SVALU

V klidovém stavu jsou myofibrily ve své výchozí délce k jejich kontrakci dochází na základě vzruchů, které přicházejí motorickými nervovými vlákny. Konce motorických vláken se podílejí na stavbě motorických plotének, které jsou typem neuromuskulární synapse. Afinita aktinu ke komplexu myozin – ATP (adenozintrifosfát) je velmi nízká. Přesný popis průběhu kontrakce kosterního svalu je v příloze číslo 4.

## 2.6.1 ZAPOJOVÁNÍ MOTORICKÝCH JEDNOTEK V PRŮBĚHU SVALOVÉ KONTRAKCE

Impuls přivedený eferentním vláknem vždy vyvolá záškub všech vláken motorické jednotky, kdy záškub je mechanickou odpovědí na jediný akční potenciál. Rozdílný nábor motorických jednotek (recruitment) nebo změna frekvence akčních potenciálů způsobí odstupňování síly svalové kontrakce. V průběhu svalové kontrakce může zapojování MJ probíhat postupně nebo střídavě. Při postupném zapojování tzv. nábor, reverberace, se nejdříve zapojují malé MJ a to proto, že jejich motoneurony jsou excitabilnější.

S přibýváním vzruchů se postupně zapojují větší MJ, které jsou schopné vyvinout větší sílu. Síla svalové kontrakce roste s jejich postupným zapojováním jedná se o tzv. gradaci svalové aktivity. Při střídavém zapojování se MJ v činnosti střídají. Tento mechanismus umožňuje dlouhodobější činnost svalu bez známek únavy. K nárůstu síly velmi slabé kontrakce dochází především zvýšením frekvence výbojů již činných MJ.

Zvýšení střední síly kontrakce na maximální se uskutečňuje nábořem dalších, dosud neaktivních MJ. Je-li sled podnětů dále zvyšován u pomalu reagujících svalů na 20 Hz a u rychle reagujících 60-100 Hz, nastane maximálně možná kontrakce motorické jednotky tzv. tetanus. Tetanická kontrakce je způsob, jakým se sval kontrahuje v organismu za fyziologických podmínek. Pokud další kontrakce nasedá na sestupnou fázi té předchozí, jedná se o tzv. superpozici, která vzniká při frekvencích impulsů 10-20 Hz.

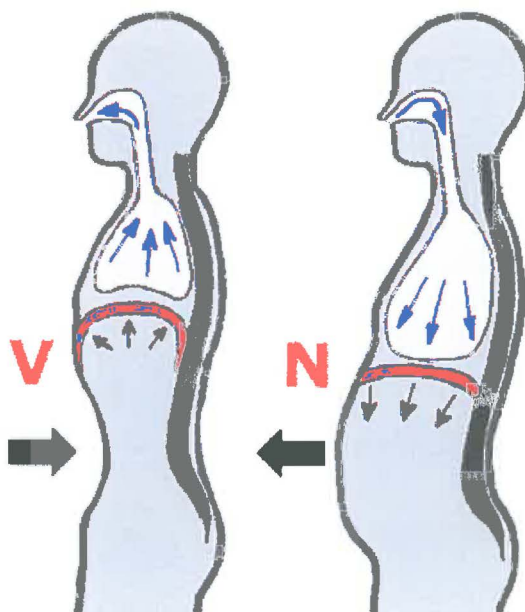
Při hromadné superpozici vzniká tzv. vlnitý tetanus. Hromadná sumace opakovaných podnětů, tj. dochází-li k dalšímu podráždění na konci vzestupné fáze podnětu předchozího, a při frekvenci větší než 30 Hz, vyvolá hladký tetanus. Svaly savců pracují na principu hladkého tetanu (17, 53, 75, 25, 84).



## 2.7 FUNKCE BRÁNICE

Véle uvádí, že při aktivní kontrakci bránice se centrum tendineum posouvá dolů a brániční kopule se oploštuje, takže se zvětšuje vertikální rozměr dutiny hrudní, ve které tím vzniká podtlak. Ten umožní proudění vzduchu do plic při nádechu (100).

Bránice pro svou dobrou funkci bezpodmínečně potřebuje spoluaktivitu ostatních dýchacích svalů (68). Svaly napomáhající funkci bránice jsou svaly pánevního dna a břišní stěny. Při nádechu vzniká tlak na orgány dutiny břišní, které ho přenášejí na břišní dutinu a pánevní dno. Jedním z Véleho tvrzení také je, že svaly pánevního dna a břišní stěna rezistují tlaku útrob při dýchání (100).



Obrázek 8: Kineziologie dýchání – model plechovky:

Horní víko-bránice, dolní víko-dno pánevní, obal-břicho a záda, břišní svaly-opačná aktivace.

Kapandjiho názor je, že pokud bránice podporu těchto svalů nemá, nemůže se nikdy v průběhu její aktivity vytvořit punctum fixum. Pokud *m. transversus abdominis*, *m. obliquus abdominis* a *m. obliquus externus abdominis* nepodrží svou mírnou aktivací břišní stěnu, centrum tendineum se nemůže opřít o orgány dutiny břišní, protože ty unikají ve směru uvolněné břišní stěny a oba konce bránice se stahují k sobě (38).

Kováčiková zastává názor, že dechová vlna pak neprobíhá celá a vidíme z ní jen začátek. Nádech jde do břicha a pokud aktivita břicha bránici nezastaví, pak zde nádech končí a do hrudníku již nepostupuje (42). Podle Kandjiho je tato antagonisticko-synergistická spolupráce břišních svalů bezpodmínečně nutná pro správnou funkci bránice. Pokud je u některých chorob jako např. poliomyelitidy paralyzováno břišní svalstvo, snižuje se ventilační výkonnost bránice (38).

Máček a Smolíková dodávají: Protože se hrudník nerozvíjí, je vzdálenost sternum - páteř podstatně omezena. Dolní žeberní oblouky jsou zavzaty do roviny břišní stěny a prominují ventrálně. Hrudník je ve výšce úponu bránice stažen a pozorujeme tzv. Harrisonovu rýhu. Můžeme také vidět diastázu v úrovni linea alba, která je způsobena opačným tahem břišních svalů. Takový stav svalů zcela znemožňuje dobrou funkci bránice a tím snižuje plicní objemy (50).

Kapandji si myslí, že při dobré funkci břišních svalů a svalů pánevního dna se vyčerpá rozsah pohybu bránice a centrum tendineum se opře o břišní orgány, začíná se rozvíjet hrudník v předozadním a latero-laterálním směru. K tomu dochází díky rotaci žeber. V horním sektoru (dolní krční segmenty a Th1-Th5 s příslušnými žebry) se hrudník rozvíjí v předozadním směru rotací žeber s osou rotace ve frontální rovině. V dolním sektoru (Th6-Th12 s příslušnými žebry) se hrudník rozvíjí v laterolaterálním směru rotací žeber s osou rotace v sagitální rovině (38).

Kapandji uvádí, že při výdechu se stah bránice uvolňuje a břišní svaly se stahují. Klenba bránice stoupá nahoru a latero-laterální a anterio-posteriorní rozměr hrudníku se zmenšuje. Stejně tak rostoucí nitrobřišní tlak napomáhá navrácení bránice do výchozí polohy tlakem na centrum tendineum, čímž se zmenšuje objem hrudníku vertikálním posunem bránice. V tomto okamžiku se břišní svaly stávají přímým antagonistou bránice, která je naopak schopna zvětšit všechny tři zmíněné rozměry hrudníku (38). Věle tvrdí, že stoupání bránice nahoru napomáhá i elasticita hrudníku (101).

## 2.8 FUNKCE SVALŮ PÁNEVNÍHO DNA

**Funkce svěračová** má velký význam při kontinenci moči a stolice. Pokud bychom tuto funkci chtěli zjednodušit můžeme říci, že obě vývodné trubice jak uretra tak rektum mají dva typy svěračového jištění. Prvním z nich jsou kruhové svěrače m. sphincter uretrae a m. sphincter externus, tyto svaly jsou tonizační. To znamená, že vydrží v kontrakci po dlouhou dobu, aniž by došlo k únavě, avšak nevýhodou je jejich pomalá rychlost svalové kontrakce.

Z tohoto důvodu by při náhlém vzestupu nitrobřišního tlaku, ke kterému může dojít při kašli nebo kýchnutí, mohlo dojít k nežádoucímu úniku moči nebo stolice. Proto však máme ještě druhý typ svěračového jištění, které provádí pars puborectalis m. levator ani. Tento sval působí jako jeden z hlavních uzávěrových svalů konečníku, hraje velkou roli nejen při kontinenci stolice, ale i moči.

Dle Tichého pro tuto funkci však existuje morfologický podklad v podobě vazivového poutka, které je natažené mezi oběma rameny puborektální vidlice a zepředu naléhá na uretru, kterou pokrývá m. sphincter uretrae. Tato funkce by se dala popsat jako protitah dvou smyček, kdy jedna podchycuje zezadu rektum a druhá zepředu močovou trubici. Pars puborectalis m. levator ani není tak vytrvalý sval, ale je schopen mnohem rychlejší kontrakce a při zvýšení nitrobřišního tlaku tak pomáhá zabránit nežádoucímu úniku moči nebo stolice (93).

**Funkce podpůrná** je neméně důležitou funkcí, zajišťují ji zejména svaly m. coccygeus a m. iliococcygeus. Oba tyto svaly podpírají orgány malé pánve, které na nich spočívají. Pubická část m. levator ani vytváří spolu s vaginou hranu, kterou je podepřena děloha. Tímto zajišťuje, aby byla děloha udržována ve správné poloze. Působí tak jako tzv. podpůrný aparát děložní. Svalové snopce obemykají pochvu m. pubovaginalis, zdvihají poševní stěnu a také vyvolávají její kompresi.

Druhá, Dylevský a Čihák se shodují v tom, že nesmíme také zapomínat na sklon pánve, který se výraznou měrou podílí na stabilitě a funkci pánevního dna. Pánevní dno je podpůrným systémem celé pánve. Vzhledem ke sklonu pánve nese přední část svalů pánevního dna hlavní váhu pánevních orgánů, zatímco zadní část, poněkud slabší je

zatížena minimálně. Také proto se mění část tlakového zatížení na tahové a to z důvodu nálevkovitého tvaru pánevního dna (11, 17).

Svaly pánevního dna patří funkčně nejen ke svalům hráze, ale také ke kosternímu svalstvu, se kterým mají společné některé souhyby a funkce. Podél kostrče jsou svalové snopce m. sacrococcygeus ventralis a m. sacrococcygeus dorzalis, které mají podélný tvar a nazývají se také někdy jako svaly kostrční.

M. sacrococcygeus je také součástí hlubokých zádových svalů (11). M. coccygeus, m. levator ani pars iliococcygea a m. gluteus kokcygeofemorální část se upínají ke kostrči a jsou zodpovědné za kývavý pohyb kostrče v předozadním směru.

Marek uvádí, že tento pohyb, který není příliš velkého rozsahu si zřejmě ani neuvědomujeme, můžeme pouze cítit jen mírný tah kolem konečníku. I když se to na první pohled nezdá dysfunkce těchto svalů, ať už ve smyslu hypertonu nebo spazmu může vyvolat tzv. kostrčový syndrom (54).

Podle Tichého kostrčový syndrom způsobí řetězovou reakci, při které dochází nejen k narušení funkce celé pánve nevyjímaje křížokyčelní klouby, ale také kloubů a svalů pravé dolní končetiny a páteře až po hlavové klouby (93).

Diphragma pelvis, nazývána také jako pružná spodina pánve je aktivní a současně se napíná v souhybu se zádovými svaly. M. levator ani má společný vývojový základ se svaly břišní stěny a tudíž tyto svaly fungují současně. Důkazem tohoto vzájemného propojení je, že při kontrakci břišních svalů, dochází k reakci m. levator ani a ten pak zajišťuje příslušnou odezvu v oblasti pánevního dna.

Čihák a Halaška se shodují, že významným způsobem se tak levátory podílejí na závěsu uretrovezikální junkce a uretry při působení intraabdominálního tlaku. Jejich funkci je možné také popsat jako vyloučení vlivu intraabdominálního tlaku na orgány malé pánve, změnou jeho směru. Svaly pánevního dna, zejména levátory, jsou tak antagonistou svalů břišní stěny a bránice (11, 27).

## 2.9 DYSFUNKCE SVALŮ DNA PÁNEVNÍHO

Diaphragma pelvis nemá funkci pouze svěračovou a podpůrnou, i když je tak vnímána lékaři mnoha oborů. Musíme si však uvědomit, že se tyto svaly upínají ke kostrči a dolnímu okraji kosti křížové, čímž jasně fylogeneticky patří ke svalům trupu. Proto jsou zároveň součástí lokomočního aparátu a účastní se řady fyziologických funkcí. Mezi tyto funkce patří lokomoční pohyby, udržování stability těla a také dýchání a břišní lis. Také se společně s bránicí a se svaly břišní stěny podílejí na ohraničení dutiny břišní.

Tichý, Ťupa a Marek tvrdí, že svaly dna pánevního a kostrč mohou být součástí patologických řetězců, kdy je důležité vědět zda toto řetězení vyvolávají svaly pánevního dna nebo jsou pouze jeho součástí a příčina obtíží je jinde. Při tomto zjištění nám pomáhá rozdělení dysfunkce svalů dna pánevního na primární a sekundární (91).

**Primární dysfunkce** těchto svalů je způsobena spazmem nebo vazivovým zkrácením, jejichž příčinou mohou být úrazy kostrče nebo traumatizace při porodu. Tyto stavy vedou k celému souboru příznaků, které Marek označuje jako kostrčový syndrom nebo také syndrom kostrče a pánevního dna. „Tento syndrom zahrnuje různé příznaky klinické (Marek 2000), dále příznaky v pohybovém aparátu, které se vzájemně podmiňují a spojují do charakteristických řetězců (Tichý 2000) a dále příznaky viscerální, obvykle spojované s funkční neplodností žen (Volejníková 1992, Kolářová 2000).“ (Tichý 2001, 91). Lewit uvádí, že rozlišení primárních a sekundárních příčin je často velmi složité (47).

**Sekundární dysfunkce**, jak uvádí Tichý, může být důsledkem poruch v pohybovém aparátu tudíž hlavní příčina nespočívá v kostrči a dnu pánevním, i když příznaky mohou být částečně vyjádřeny (91).

Lewit nejčastěji popisuje řetězce vycházející z dolní končetiny, které přecházejí přes oblast pánevního dna na druhou polovinu těla. Na podkladě vzorců viscerálních orgánů malé pánve dochází také k sekundárním dysfunkcím pánevního dna. Tyto vzorce se vytvářejí v pohybovém aparátu při interním onemocnění (47).

Z klinického hlediska je významné, že i po vyléčení primárního viscerálního onemocnění často vzorec v pohybovém aparátu přetrvává. Z tohoto důvodu i interně

uzdravený pacient nemusí subjektivně pociťovat úlevu. „V tomto případě se tedy sekundární dysfunkce pánevního dna mění na primární, kterou lze rehabilitačními přístupy ovlivnit, zatímco během interního onemocnění to nebylo možné.“(Tichý 2001, 91)

Limbický systém může podmiňovat hypertonus pánevního dna jako celku. Napětí těchto svalů je velmi individuální a závisí i na vnějších podmínkách jako je stres nebo chronická únava.

## 2.10 POPIS VZÁJEMNÝCH VAZEB A ŘETĚZENÍ

Spasmus svalu vytváří silovou nerovnováhu, která má tendenci ke vzniku řetězce dislokací. Prostorový silový moment, vytvářený tahovou silou tohoto spasmu – přibližně 8 až 20 N vůči SI, má tendenci rotovat pánevní kost v rovině sagitální, ale rovněž v rovině transverzální. Tento pohyb se přenáší přes symfýzu na kost pánevní, která prostorově rotuje a to vede ke vzniku známých jevů, které můžeme detekovat palpačně. Marek uvádí, že funkční řetězení na DK může začínat na plosce nohy, kdy spoušťový bod se nachází ve flexorech planty, pokračuje přes kotník, fibulu, m. biceps femoris na tuber ischiadicum. Odtud pak jde přes silné vazy pánve a m. coccygeus na kostrč a může se dále řetězit na druhou polovinu těla až po rameno. K typickému obrazu syndromu kostrče podle Marka, patří zvýšené napětí adduktorů s přítomností spoušťových bodů. Vysvětluje to existencí řetězce kostrč – m. levator ani – adduktory. M. levator ani začíná od zadní polohy stydkých kostí a adduktory od dolníhoramene spony stydké, a proto není vyloučené pokračování řetězce v blízkosti úponů obou svalů (54). Hoepke popisuje zase řetězec noha – m. peroneus longus – m. biceps femoris – adduktory – symfýza – druhostranný m. obliquus externus – žebra – m. serratus anterior – lopatka – mm. rhomboidei – Thp (32).

Jednu z možností řetězení kraniálním směrem popisují Tichý a Otáhal: m. coccygeus dx. – SI dx. – L5 sin. – L4 dx. – L3 sin. – Th6 sin. – Th3 sin. – ThL dx. Odstraněním blokády kostrče pozorovali téměř 80 % úspěšnost odstranění blokády Th6, L3 – L5, SI. Tvrdí ovšem, že i opakovaná mobilizace Th6 může být opačně provázena postupným zánikem spasmu svalů dna pánevního i bez jejich cílené mobilizace (65).

## 2.11 FUNKČNÍ VZTAHY ABDOMINÁLNÍCH SVALŮ A DÝCHÁNÍ

Smolíková, Horáček a Kolář se shodují v tom, že bránice patří k hlavním dýchacím svalům. Méně zdůrazňovaná je však její funkce posturální. Bránice má svou úlohu v hlubokém stabilizačním systému páteře, který má podíl na správné funkci páteře. Paréza bránice je relativně vzácné, ale velmi závažné onemocnění, které má charakteristické časné i pozdní následky a také typické objektivní příznaky. Dochází při ní k narušení dýchání v jeho rytmu, frekvenci, hloubce, intenzitě a hlavně k snížení dechových objemů. Vyvážený vztah bránice a páteře je rovněž narušen, nejčastěji na podkladě míšní léze ve výši segmentu třetího až pátého krčního obratle (88).

U některých pacientů je z důvodu chybné dynamiky pohybů těla bránice nucena „simulovat“ své paretické chování. Prakticky to znamená, že se bránice chová jako paretická bez zjištěné strukturální poruchy. Dýchání je vždy podmíněno funkcí dýchacích svalů. Vliv polohy těla rovněž ovlivňuje dechovou funkci. Vnější projevem neekonomické svalové práce jsou paradoxní dechové pohybové vzorce. Vzájemná dysharmonie dechové a posturální funkce svalů se projevuje zvýšenou senzorkou vnímavostí v kořenových kloubech a má negativní vliv na jejich balanční dynamiku. U většiny pacientů lze také registrovat odchylku v posturální funkci pánve. Běžná standardní rehabilitace, založená na regulované, volní reedukaci dýchání je většinou bez efektu. Účinnější je reedukace celého dýchacího pohybového vzoru. Fyzioterapie harmonizuje dechovou a posturální funkci abdominálních svalů, která umožňuje cílenou facilitaci dýchání na základě reflexních svalových synergií pohybového programu.

Z toho vyplývá, že když chceme ovlivnit brániční dýchání, je třeba vždy uvažovat o funkci bránice nikoli pouze izolovaně dechově, ale musíme ovlivňovat její funkci v souvislosti se stabilizačním hlubokým systémem páteře s cílem reflexně facilitovat její dechovou a stabilizační funkci zároveň (88).

## 2.12 VLIV INTRAABDOMINÁLNÍHO TLAKU

Pro stabilizaci bederní páteře není rozhodující jen funkce jednotlivých svalů, ale velmi významně také funkce břišní dutiny jako celku. Zvedáme-li nějaký těžký předmět, dojde současně ke zvýšení intraabdominálního tlaku. Nárůst tlaku je o to větší, čím těžší je zvedaný předmět a čím rychleji ho zvedáme. Při zvedání 130 kg vážící činky je vyvinut tlak asi 225 mm Hg (69).

Zvýšení intraabdominálního tlaku během Valsalvova manévru (kterého při zvedání břemen spontánně využíváme) doprovází nárůst EMG aktivity svalů v bederní oblasti. Zpětně také působí dávkovaně na kontrakci bránice, čímž dojde k zesílení nádechu.

Stále však není přesně určeno, nakolik může mechanismus Valsalvova manévru ulehčit zatížení bederních segmentů při zvedání těžkých břemen, či při jiných činnostech. Současně dochází i ke zvýšení nitrohruďního tlaku, což vede ke zpevnění hrudního koše.

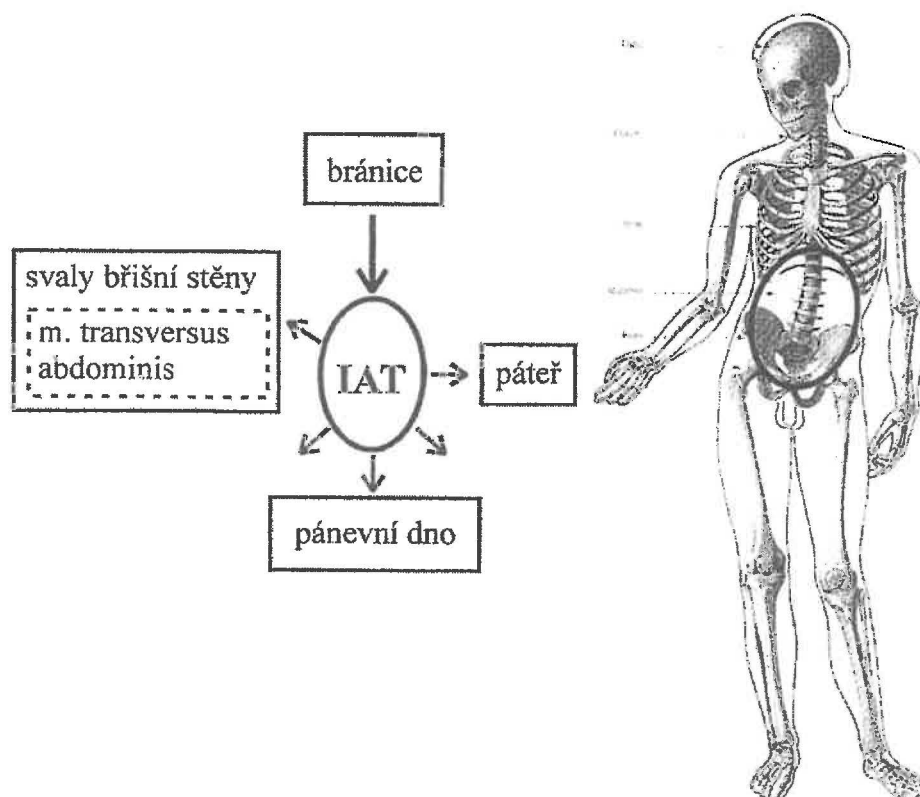
Toto zpevnění funguje jako pevný odrazový můstek pro svalstvo horní končetiny a umožňuje tudíž jejich volný pohyb. Zvýšený nitrohruďní tlak také podporuje účinek hrudních erektorů.

Při správné funkci břišní stěny má zvýšení intraabdominálního tlaku pozitivní vliv na stabilitu bederní páteře. Dochází k tzv. blokaci bederní lordózy a ke zmenšení vnější zátěže. Ovšem při nedostatečném zpevnění břišní stěny má zvýšení intraabdominálního tlaku spíše negativní účinky. Dochází k vyklenutí břišní stěny a ta je následována jak vnitřními orgány, tak i páteří.

Tento posun směrem dopředu způsobuje změnu těžiště a následný nárůst momentu působící tíhové síly. To potom klade zvýšené nároky na bederní vzpřimovače trupu. Současně při posunu bederní páteře dopředu – tedy při zvětšení bederní lordózy – dochází k zešíkmení těla obratle vzhledem k horizontále.



Zvětšuje se tak namáhání meziobratlové ploténky ve smyku, při kterém je ploténka méně odolná v porovnání s jejím stlačováním. V neposlední řadě dochází ke zvýšení napětí stabilizujících vazů. (36).



Obrázek 9: Působení změn intraabdominálního tlaku (IAT) na okolní orgány a segmenty hybného systému (Převzato z 36).

Podle starších prací klesne při využití zvýšeného intraabdominálního tlaku během flexe trupu zatížení meziobratlové destičky  $L_5 - S_1$  o 30% a u  $Th_{12} - L_1$  dokonce až o 50%.

Paravertebrální svalstvo tudíž může vyvinout o 55% menší sílu, než při povolené břišní stěně (38). Narůstající nitrobřišní tlak může zároveň snížit celkové zatížení bederní páteře až o 40% (64).

Jiní autoři naopak udávají, že při poklesu bránice dochází ke komprimaci bederní páteře. Tato komprimace se údajně podílí na zatížení bederní páteře 15 až 20% (17).

I když se dnes mnozí autoři staví kriticky k velikosti významu intraabdominálního tlaku v ochraně bederních segmentů před poškozením, tuto roli jako takovou nezpochybňují. Shodli se také v názoru, že nitrobrišní tlak je produktem koaktivace svalů trupu. Stále však plně nerozumí jeho roli v odlehčení zátěže bederní páteře během zvedání břemen.

Jeden z názorů předpokládá, že intraabdominální tlak podporuje seřazení segmentů páteře, a tak minimalizuje nebo eliminuje malé střížné pohyby mezi obratli. Jiná teorie vidí roli intraabdominálního tlaku v podpírání náhle vzniklého zatížení trupu (52). Při pokusech, které prováděl Marras a Mirka bylo zjištěno, že při zatížení páteře byla velikost intraabdominálního tlaku ( a tudíž i velikost síly působící proti zatěžující síle) asi pětina v porovnání se zatížením páteře (Lewit, 1999; Kang, Lee, 2002; Miyamoto et al., 1999, 2002; Nordin, Andersson, Pope, 1997; Vojta, Annegret, 1995; Wassell, Gardner, Landsittel, 2000).

## 2.13 MOŽNOSTI IDENTIFIKACE ZMĚN PÁNEVNÍHO DNA

Možnosti identifikace změn pánevního dna byli po dlouhou dobu velmi obtížné a to z toho důvodu, že se jedná o soustavu měkkých tkání, která je velmi variabilní a jednotlivé struktury jsou málo kontrastní. Hlavním problémem je přítomnost jak hladké, tak příčně pruhované svaloviny, která mění svoje napětí při změnách polohy a je ovlivňována řadou reflexů. Dnes nám jsou k dispozici různé možnosti zobrazení, které podávají kvalitní informace a to díky velkému rozvoji techniky (27).

Ačkoli je sledování anatomicko funkčních vztahů pánevního dna a pánevních orgánů předmětem mnoha studií, nepodařilo se doposud vytvořit ucelenou koncepci, která by princip těchto vztahů bezesbýtku objasňovala. Technologický pokrok a novinky v oblasti moderní diagnostiky nám umožňují statické i dynamické vyhodnocování funkcí pánevního dna a orgánů malé pánve, což nám dává jasnější představu o funkčnosti celé jednotky a vytváří tím předpoklad pro vytvoření ucelenějších teorií. Mezi práce, které se zabývají sledováním změn dna pánevního nebo parametrů s ním související patří například práce Otáhala a Tichého, kteří sledovali možnost snímání EMG signálu z m. coccygeus a m. levator ani a pro tento postup navrhli speciální rukavice s povrchovými EMG elektrodami (66).

Ťupa se zabýval hodnocením tuhosti svalu a jejich komponent, složky neurofyziologické a viskoelastické pomocí EMG. Zkoumal také různé reakce elektrické aktivity svalu na protažení (91).

Mašata, Martan a Halaška měřili pomocí ultrazvuku tloušťku m. levator ani a zjistili, že je signifikantně nižší u žen se stresovou inkontinencí (58).

Martan, Halaška a Drbohlav sledovali pomocí UZ hrdla močového měchýře, změny svalů dna pánevního před a po cvičení a potvrdili tak statisticky významné změny úhlu uretrovesikální junkce (59).

V zahraniční literatuře se nejnovější studie věnují využívání zobrazovacích metod jako je NMR, UZ, CT. Sebe et. al. dávají návod, která zobrazovací metoda je pro konkrétní diagnostiku nebo měření nejvhodnější a jaké má klady a zápory. Pokusím se rozebrat tyto metody a shrnout jejich výhody a nevýhody při zobrazování pánevního dna (83).

### 2.13.1 NUKLEÁRNÍ MAGNETICKÁ REZONANCE (NMR)

Magnetická rezonance byla užívána jako pátrací nástroj v hodnocení pánevního dna na konci desetiletí. Ranné studie byly omezeny kvůli špatnému rozlišení a dlouhým snímacím časům, které znemožňovaly hodnocení sestupu pánevního dna. Nyní může být pánevní dno rychleji a úplně zobrazeno v klidu a napětí, lze určit zda uvolnění je celkové nebo zda je omezeno jen na určité části.

Rozvíjející se techniky zahrnují zobrazování v kolmé poloze užívající otevřené uspořádání magnetu a trojrozměrné modelování svalů pánevního dna. Trojrozměrné zobrazování je časově náročnější, ale je to velmi užitečná vyšetřovací metoda pro vizualizaci celků a kvantitativní určení svalové hmoty (21).

Jde o zobrazovací metodu tkání a orgánů, která využívá vysokofrekvenčního elektromagnetického pole. Získávají se obrazy řezů tkáněmi, podobně jako u CT. Vyznačují se výbornou rozlišovací schopností struktur (až 2 mm) a obraz lze získat z kterékoli roviny.

Tato metoda je neinvazivní, bez užití rentgenového či radioaktivního záření. Působení magnetického pole je krátkodobé, přičemž nebyl prokázán negativní biologický účinek na živý organismus. Vyšetření trvá asi 2 minuty (71).

Během deseti let se NMR objevuje jako soupeř ultrazvukových metod v hodnocení pánevního dna. Hlavní výhody magnetické rezonance jsou jednak schopnost hodnotit tři úseky pánevního dna současně během napínání a pak také vizualizace jednotlivých podpůrných struktur (32).

V současné době poskytuje magnetická rezonance nejlepší rozlišovací schopnosti ze všech zobrazovacích metod. V oblasti pánevního dna, kde jsou měkké tkáně příbuzného chemického složení a poskytují jen malý kontrast, je tato vysoká rozlišovací schopnost NMR jinak nenahraditelná. Obraz lze získat ze kterékoli roviny, nevýhodou je časová a zejména finanční náročnost a také některé kontraindikace např. pacemakery, protézy, klaustrofobici aj.(67).

### **Statické zobrazování**

Vyšetřuje cílový objekt v klidu, výsledkem je série paralelních řezů definovaných svojí tloušťkou, tloušťkou mezery a několika dalšími parametry. Při vyšetření pánevního dna se jako nejlepší zdají řezy vážené podle času.

### **Dynamické zobrazování**

Současné přístroje umožňují vybraných rovin s krátkým časem snímání, analogicky krátkému expozičnímu času, při klasickém fotografování pohyblivých scén. Je tedy možné zobrazovat i orgány v průběhu jejich pohybu. Tato možnost poskytuje velký potenciál pro studium funkční anatomie pánevního dna.

Aspekty dynamiky svalového pánevního dna a pánevních orgánů je možné hodnotit NMR pouze pomocí velmi rychlých sekvencí s velmi dobrým časovým rozlišením. To znamená takových, kde aktivizace obrazových dat z jedné vrstvy trvá optimálně méně než jednu sekundu. Velkou výhodou je celkový pohled o všech sledovaných orgánech v daném okamžiku. Dynamická NMR tedy může být využívána pro hodnocení mobility a sestupu pánevního dna. Tato metoda je tudíž vhodná k předoperační fázi stanovení diagnózy u složitých případů povolení pánevního dna (21).

## **2.13.2 ULTRAZVUKOVÁ VYŠETŘENÍ – UZ**

Historie ultrazvukové diagnostiky v České republice je poměrně dlouhá, po Velké Británii, Rakousku a Švédsku jedna z nejdelších v Evropě. V lékařských oborech se ultrazvukové vyšetřovací techniky využívají již přes 40 let, ale pouze v oborech interních. Obory ortopedie a traumatologie začaly s pokusy o zobrazení lokomočního aparátu před více než 20 lety. V roce 1991 byla založena celosvětová organizace ISDULA (International Society for Developing Ultrasound Examination of Locomotor Apparatus), jedná se organizaci, která se zabývá problematikou ultrasonografie pohybového aparátu. Cílem této organizace je vytyčení možností a verifikace vyšetřování všech oblastí pohybového aparátu.

Hofer uvádí, že ultrazvuk je mechanické vlnění o frekvenci vyšší než 20 kHz a je mimo pro nás slyšitelného zvuku. Zobrazovací metody jsou založeny na odrazu zvukových vln v různých tkáních, kde obraz vzniká tak, že jsou ultrazvukové vlny vysílány do těla a tam reflektovány. Tento jev se zachycuje elektronicky a zobrazuje na displeji, kdy základním předpokladem reflexe jsou tzv. impedanční změny, ty vznikají na rozhraní dvou tkání, kterými ultrazvuk prochází různou rychlostí (31). V měkkých tkáních a tekutinách lidského těla se akustické vlnění šíří formou podélných vln, v kostní tkáni dochází k odrazu a pod kostním povrchem se tvoří tzv. ultrazvukový stín.

Ultrazvukové vlnění je mechanické, jsou to rozruchy a deformace, které se šíří daným prostředím, kdy vlnou nazýváme proces šíření kmitů v pružném prostředí (kapalné, pevné a plynné). Působením vlnění začnou částice sinusově kmitat stejným kmitočtem, amplitudou a fází, ale zároveň se zpozděním, protože částice potřebují čas k přenosu pohybu. Každá částice z prostředí kmitá kolem stabilní rovnovážné polohy. Vychýlení z této polohy se označuje jako akustická výchylka.

Kmitavý pohyb probíhá rychlostí, která se značí písmenem  $v$  a kterou nazýváme akustickou rychlostí. Amplituda akustické rychlosti je akustická výchylka. Generace ultrazvukového vlnění vzniká pomocí piezoelektrického měřiče, který mění přiváděnou elektrickou energii na mechanickou.

Tyto měniče rozdělujeme na měniče pro generaci pasivního nebo aktivního ultrazvukového pole. Aktivní ultrazvukové pole se nevyužívá k diagnostice, ale jeho užití je terapeutické, uplatnění má hlavně v zubním lékařství, ORL a chirurgii. Pasivní pole se využívá v diagnostice a jedná se o práci s minimálními intenzitami ultrazvukového vlnění (do  $10 \text{ W/m}^2$ ) a frekvenčním pásmu 1-20 MHz.

Dle přístupu rozdělujeme ultrazvukové vyšetření na vnitřní (endosonografie), zevní a endoluminální.

a. Endoskopie - vaginální

- rektální

b. Zevní přístup - abdominální

- perineální

- introitální

Výběr vhodné ultrazvukové frekvence závisí na typu vyšetřovací sondy a na zvoleném přístupu. Při perineálním ultrazvukovém vyšetření je užívána frekvence 5 MHz, při vaginálním frekvence 7 MHz. Při ultrazvukovém vyšetření je možná vizualizace následujících struktur: močový měchýř, uretra, stydká kost, pochva, rektum, děloha.

Jsou založena na odrazu ultrazvukových vln (o frekvenci 2 – 10 MHz) od rozhraní tkáňových struktur ve vyšetřované krajině. Tyto odrazy (echa) jsou okamžitě zachyceny (detekovány) stejným měřičem, který ultrazvukové vlnění vyslal, přeměněny na elektrické signály a znázorněny na obrazovce.

Je tedy užít jeden elektroakustický měnič, který funguje jako vysílač i přijmač. Odrazy mohou být znázorněny jednorozměrným nebo dvourozměrným způsobem. Další možností ultrazvuku je využití Dopplerova jevu (zvuk se mění podle směru míjejícího objektu – přibližující se objekt vlny zkracuje, zvuk se zvyšuje, vzdalující se objekt vlny prodlužuje a zvuk se snižuje). Tato metoda se používá k vyšetření pohybující se krve v cévách a umožňuje měření rychlosti krevního toku v cévách pod povrchem těla. Vyšetření je neinvazivní a velmi šetrné.

Nevýhodou všech zobrazovacích metod je ztráta jednoho rozměru (objemové jednotky). Existují tedy snahy odstranit tento nedostatek pohybem sondy během snímání obrazu (lineárním posunutím, nakláněním či rotováním. Nevýhodou těchto 3D-zobrazení je však příliš dlouhý čas, který je nutný k rekonstrukci zvoleného obrazu počítačem. V současné době se proto vyvíjejí systémy trojrozměrného zobrazení, pracující v reálném čase. Používá se pro ně označení 4D-zobrazení, přičemž čtvrtým rozměrem je velmi krátký časový úsek, potřebný k rekonstrukci obrazu (34).

Různé studie se shodují, že na ultrazvukových přístrojích s vysokou rozlišovací schopností je možné zobrazit svalstvo pánevního dna a objektivně jej změřit. Ultrazvuk je tedy vyšetření, které nám umožňuje získat velké množství informací o struktuře a funkci pánevního dna. Ve srovnání s NMR je vyšetření levné, opakovatelné a díky němu je možné vyšetření velkého množství pacientek i sledování efektu některých operací. Další výhodou je možnost sledování i velmi rychlých jevů jako je kašel. Mezi hlavní přednosti ultrazvukového vyšetření patří možnost studia dynamických jevů, morfologických struktur a neinvazivnost (33).

### **2.13.3 ELEKTROMYOGRAFIE – EMG**

Elektromyografie je souhrnné označení pro skupinu elektrofyziologických metod, které umožňují vyšetřit stav především periferního nervového systému a kosterního svalstva. Jde o elektrofyziologické metody, protože zachycují elektrické projevy činnosti nervového systému a svalů – elektrické děje na membránách nervových a svalových buněk. Zaznamenává se rozdíl potenciálů mezi dvěma místy. Na tato místa ukládáme dvě elektrody, z nichž jedna je konvenčně označena jako aktivní (je nad aktivní částí nervu či svalu, která produkuje elektrické změny) a druhá jako referenční (umístěna nad méně aktivní oblastí). Změna napětí aktivní vůči referenční elektrodě je pak snímána a vyhodnocována.

Elektromyografie svalů pánevního dna je snímání změn bioelektrických potenciálů, ke kterým dochází při aktivaci svalových vláken (37).

#### **Jehlová EMG**

Při tomto vyšetření se snímají bioelektrické potenciály z kosterních svalů (hladké svaly nelze metodou EMG dobře hodnotit) speciální myoelektrickou jehlovou elektrodou zanořenou do svalu. Slouží k diagnostice především u svalů m.sphincter urethrae a m.sphinkter ani. Nevýhodou je invazivní přístup.

#### **Kondukční vyšetření stimulační EMG**

K vyšetření se používá povrchových přilepených elektrod, které se přilepí na břicho svalu. Umožňuje zjistit aktivitu svalů, snímají se elektrické potenciály. Lze usoudit, kdy sval začíná pracovat, stupeň aktivity, svalová síla, čas. V oblasti pánevního dna se se povrchové elektrody zavádějí do pochvy, rekta, uretry, nebo se nalepují na kůži v perianální oblasti a snímají komplexní aktivitu pánevního dna. Nevýhodou je mnoho rušivých okolních elementů, každé elektromagnetické vlnění. Výhodou je neinvazivní přístup.



Elektromyografické vyšetření se provádí v kombinaci s urodynamickými metodami, např.: záznam elektrické aktivity svalů pánevního dna během plnění močového měchýře nebo v průběhu stresových manévřů a při mikci (37, 66, 71).

#### **2.13.4 VÝPOČETNÍ TOMOGRAFIE – CT**

V této metodě se spojuje princip rtg zobrazování s výpočetní technikou. Údaje o absorpci rtg záření v tkáních při každé poloze otočného zdroje (rentgenky) a detekčního systému se ukládají do paměti počítače, který provádí matematickou rekonstrukci obrazu tkáně ve zvolené vrstvě.

Obraz je znázorněn odpovídajícími odstíny šedi ve stupnici od 0 do 2000. Hustota (denzita) vody odpovídá stupni 0, kostní tkáň + 1000. CT je zvláště významná metoda pro diagnostiku změn vnitřních orgánů a mozku, i měkkých tkání, které nelze znázornit při běžném rtg vyšetření, protože nejsou kontrastní. Tato metoda se pro zobrazení pánevního dna u nás příliš nevyužívá, ale v zahraničí se dynamickému zobrazování svalů pánevního dna pomocí CT věnovali Piloni et al. (72).

## 2.14 VLIV STATICKÉ ZÁTĚŽE NA ORGANISMUS

Ve fylogenetickém vývoji se tělesná konstrukce a svalstvo člověka vyvíjelo za podmínek převažujícího dynamického pohybu. Proto je většina kosterních svalů uzpůsobena ke střídání napětí a relaxace a tato činnost je pro toto svalstvo fyziologicky nejpůvodnější. Jen některé svaly trupu jsou určeny pro udržování polohy a proto i lépe přizpůsobeny k práci statické a tedy i k trvalejšímu napětí. Se změnami charakteru práce se měnilo i zastoupení dynamické a statické tělesné zátěže, takže **v současnosti zřetelně převažuje práce statická** u většiny populace z průmyslových zemí (77).

### 2.14.1 DYNAMICKÁ A STATICKÁ PRÁCE SVALŮ

#### Dynamická práce svalů

Při dynamické práci svalů dochází ke střídání období stahu a prodlužování – napětí a odlehčení, a tím také ke stálému prokrvování a odkrvování svalů. Ve svalech probíhá neustálá činnost cév, neboť svalstvo na cévy účinkuje jako motorová pumpa, kdy během stahu je krev vytlačována a při uvolnění se cévy plní a krevní průtok se zrychluje směrem do svalů a orgánů. Současně jsou vyplavovány produkty látkové výměny – kyselina mléčná a kyselina uhličitá, a nahrazuje se svaly spotřebovaná glukóza a kyslík.

#### Statická práce svalů

Během trvalého statického stahu svalů jsou cévní stěny zaškrceny a tím se sníží proud krve protékající cévami. Přívod kyslíku a glukózy je tím pádem nepatrný nebo téměř žádný. Dochází k tzv. kyslíkovému dluhu, kdy sval musí spotřebovávat svoje zásoby, současně však nejsou ani odstraňovány produkty látkové výměny. Jejich hromadění ve svalech může způsobit bolesti a je příčinnou svalové únavy nebo dokonce až křečí (78).

Přibližné časy po které je možné vykonávat statickou práci:

- velké napětí a značná svalová síla, značné statické zatížení – asi po 10s
- středně silné napětí svalů – asi 1 min.
- malá síla (1/3 maximální síly) – po 4 minutách, případně i déle
- 20% individuální síly – statická práce možná po delší dobu
- potřeba kolem 8% síly – statická práce možná po více hodin

Následky statické práce – krátkodobé a okamžité

Pro nedostatek kyslíku je uvolňováno méně energie z glukózy a fosfáty bohaté na energii nejsou regenerovány, tím dochází k vyšší spotřebě energie. Přes nedostatek kyslíku se jeho potřeba v organismu zvyšuje, současně je zvýšená produkce kyseliny mléčné a činnost svalů se snižuje.

Srdeční frekvence stoupá v závislosti na úrovni zatížení a jeho délce trvání. Prodlužuje se doba zotavování v závislosti na odstranění produktů rozpadu ze svalů a je dodatečně zvýšená potřeba zásobení kyslíkem a glukózou.

## **2.14.2 VLIV STATICKÉ ZÁTĚŽE NA POHYBOVÝ SYSTÉM**

Výsledky výzkumu prokazující vztah mezi nuceným a nevhodným držením těla a muskuloskeletálními obtížemi shrnul ve své zprávě National Institute of Occupational Safety and Health – USA (Leuder, 1997). Aaras (1997) zastává názor, že nucené udržování dané polohy zvyšuje dyskomfort a zdravotní rizika s ním spojená. Statické zatížení v poloze v sedě způsobuje dyskomfort a zaměstnanci, kteří sedí ve stálé vynucené poloze, pocít'ují dyskomfort mnohem více a také častěji trpí chronickými obtížemi ( Graf 1995). (23).

### 2.14.3 STATICKÁ PRÁCE A POLOHA V SEDĚ

Dle WHO (2003) je dlouhodobé sezení v jedné poloze doprovázeno dlouhotrvající statickou svalovou aktivitou, což může vést k přetížení a únavě svalů. Statická zátěž způsobuje nedostatečné krevní zásobení takových svalů a celkově dochází ke ztrátě jejich funkční kapacity.

Statická práce je dlouhodobá izometrická kontrakce. Svaly pracují staticky zejména při udržování polohy vlastního těla či končetin, při držení předmětů nadměrné hmotnosti. Proti dynamické práci je značně nepříznivější: vlivem svalového napětí, které není střídáno uvolněním, jsou stlačeny cévy s následným nedostatečným přísunem kyslíku a živin do svalů, a lokálním hromaděním odpadních metabolitů.

Zvyšuje se také nitrobřišní a nitrohruční tlak, který působí mechanickým tlakem na velké cévy a zhoršuje návrat žilní krve k srdci. V koře mozkové jsou drážděny stále stejné okruhy nervových buněk řídících staticky napjaté svaly v pohotovostním postavení, kolem nich se postupně šíří zóna reflexního útlumu. Při práci statické dochází k únavě dříve než při úměrně vydatné práci dynamické.

Většinu pracovních i odpočinkových činností vykonávají moderní lidé vsedě. Přitom **poloha vsedě** je z hlediska anatomického uspořádání lidského těla nefyziologická a v živočišné říši, včetně primátů, v podstatě neobvyklá: pokud zvířata sedí, tak většinou jen velmi krátkou dobu.

Sezení se vyvinulo jako poloha vysloveně civilizační: sedět na vyvýšeném sedadle bylo zpočátku výsadou panovníků a i později se dlouho rezervovalo pro slavnostní příležitosti. Masově rozšířená obliba evropského typu sezení jako pracovní a odpočinkové polohy je záležitostí teprve několika posledních století. Proto není lidský organismus pro dlouhodobé sezení vývojově přizpůsoben.

## 2.15 PROJEVY POTÍŽÍ POHYBOVÉ SOUSTAVY

Potíže pohybové soustavy byly studovány hlavně u pracovníků u obrazovek a to již od počátku masového rozšíření osobních počítačů.

Na subjektivní potíže si stěžuje mezi 10 a 80 % populace. Potíže mají různý charakter, jedná se hlavně o bolest, ztuhlost, únavu, ochablost projevující se v různých částech těla – dolní končetiny, bederní oblast, horní část zad, ramena, šíje, horní končetiny.

Typickým zjištěním je souhrn ze správy jedné americké vládní instituce, který udává, že prevalence subjektivních potíží horních končetin u sledovaných 973 osob v jednom kalendářním roce činila 41 %. Nejčastější byly symptomy v oblasti šíje – 26 %, potíže v rukou či zápěstích – 22 %, v ramenech 17 % a v loktech 10 %.

### 2.15.1 ERGONOMICKÉ PŘÍČINY POTÍŽÍ

Z biomechanických a fyziologických hledisek obecně platí, že při vývinu potíží v svalově-podpůrném aparátu jsou kritické čtyři základní faktory: trvání, uplatnění síly, opakování a poloha. S nečinností při dlouhodobém sezení jsou spojeny potíže v dolních končetinách a v bederní oblasti. Potíže v oblasti šíje, horní části zad a ramen bývají vyvolány polohou paží, trupu a hlavy při sledování obrazovky, psaní na klávesnici a manipulaci s myší. Obtíže v oblasti předloktí, zápěstí a ruky bývají spojeny zejména s opakováním pohybů. Statické a málo proměnlivé polohy hlavy, ramen, horních končetin a trupu jsou charakteristické zejména pro práci u počítačových obrazovek a bývají spojené s vysokou pravděpodobností vzniku potíží ve zmíněných tělesných oblastech.

## 2.15.2 DOLNÍ KONČETINY

Se změnami v makro i mikrocirkulaci je spojena dlouhá nečinnost při sezení. Při neaktivním sezení, kdy nejsou žádné pohyby nohou, oproti aktivnímu sezení, kdy bývají časté pohyby dolních končetin, se srdeční frekvence urychluje průměrně o 8 tepů/min a srdeční sval tak vykonává více práce. Po 5 hodinách sezení v důsledku zvýšení diastolického tlaku, kdy průměrný arteriální tlak klesá asi o 7 mmHg (rtuťového sloupce). Pro zdravé lidi však tyto změny nemusí znamenat žádné riziko, neboť jsou to změny velmi malé. Problémy mohou mít těhotné ženy, osoby s varikózními žilami a klidovým diastolickým tlakem nad 90–95 mmHg.

## 2.15.3 TLAK PŮSOBÍCÍ NA SEDACÍ HRBOLY

Váha hlavy, horních končetin a trupu při sezení spočívá na dvou **sedacích hrbolech** pánevních kostí, jejichž celková plocha tvoří jen několik – v dospělosti maximálně 10 cm<sup>2</sup>. Hrboly sedacích kostí jsou kryty jen tenkou vrstvou svalstva a tuku, která je snadno stlačitelná. Tlak kolem 3 – 7 kg /cm<sup>2</sup> komprimuje cévy, takže dochází k nedostatečné výživě tkání a hromadění metabolických zplodin: subjektivně je provázeno nepříjemnými pocity.

Pokud pod jejich vlivem člověk polohu změní, oblast se po chvíli opět prokrví. Tvarování nebo čalounění sedadla může působení tlaku trochu zmírnit, ale ne odstranit. Větší tlak nastává při tzv. pracovní poloze, při níž se udržuje v podstatě vzpřímené držení trupu. Při tzv. odpočinkové poloze, kdy je trup nakloněn vzad, se část hmotnosti přenese zádovou plochou na opěradlo (22).

#### 2.15.4 KREVNÍ OBĚH

**Návrat krve** ze žilního krevního oběhu dolních končetin k srdci se děje proti zemské přitažlivosti, protože se uplatňuje hydrostatický tlak. K zábraně městnání má organismus několik mechanismů: patří k nim chlopně v žilách, které, pokud jsou plně funkční, usměrňují pohyb krve směrem vzhůru, rozdělují hydrostatický sloupec na malé segmenty a zabraňují návratu krve do dolních etáží. K pohybu krve směrem vzhůru pomáhá dynamická práce svalů lýtkových a stehenních, které se střídavě napínají a ochabují a tím působí na měkkou stěnu žilní jako masáž. Proto k městnání krve v dolních končetinách prakticky nedochází při pohybu (chůzi, běhu, přešlapování), ale jen při nehybném stoji nebo nejčastěji vsedě. Dalším významným podpůrným mechanismem zabezpečujícím návrat krve k srdci je střídavý podtlak v dutině hrudní vyvolaným dýchacími pohyby, které působí jako sání. Zvláště výrazný je sací efekt při tzv. břišním dýchání, kdy se při nádechu silně vyklenuje bránice do dutiny břišní. Při dlouhodobém sezení bez pohybu dolních končetin a při mělkém dýchání dochází k městnání krve. Je spojeno s přestupem nadměrného množství tekutiny z plasmy do mezibuněčných prostorů a projevuje se vznikem otoků. Různá pozorování ukázala, že otoky vznikají už i u mladých lidí a že stačí i malé, ale časté pohyby nohy a lýtka k jejich prevenci (např. řidiči na dálnici mají větší otoky v levé noze ovládající spojkový pedál, neboť přeřazují rychlosti jen omezeně, zatímco pravá noha ovládající plyn a brzdu je častěji v činnosti a proto neotéká).

#### 2.15.5 INTERSTICIÁLNÍ TEKUTINA

Obsah intersticiální tekutiny se zvyšuje už po 8 hodinách neaktivního sezení a dochází k otokům nohou u 4 – 5 % zdravých žen. Dyskomfort dolních končetin je ve vztahu k těmto změnám, zejména k hromadění tekutin. Tvorba otoků není dlouhodobá, otoky mizí po nočním spánku. Každodenní sezení může vést u predisponovaných osob k patologickým reakcím jako jsou varikózní žíly, trombóza a embolie plic (22).

## 2.15.6 BOLESTI ZAD

### Bolesti v horní a dolní části zad

Pracovní poloha vsedě znamená rovněž zvýšenou jednostrannou **statickou zátěž pro svaly šíje a hřbetu**, zejména pokud člověk sedí bez opory. Dlouhodobým trvalým napětím dochází k rychlé svalové únavě, vyčerpání, posléze ochabnutí s následným uvolněním páteře a vadným držením těla.

Pro poruchy držení těla je nebezpečnější tzv. zadní sezení, při kterém se pracovní poloha těla přibližuje poloze odpočinkové a páteř se v celém rozsahu lukovitě prohýbá. Nejvíce je zasažena oblast bederní páteře, kde se vyrovnává fyziologický ohyb směrem dopředu (bederní lordóza) a vyvíjejí se tzv. plochá záda. To má za následek snížení pružnosti páteře, která by měla mírnit nárazy na těla obratlů a meziobratlové ploténky, zejména při chůzi či skocích. Předčasné opotřebenění páteře urychluje degenerativní změny spojené s bolestmi, omezenou hybností až invaliditou.

## 2.16 POLOHA V SEDE

Gilbertová rozlišuje tři způsoby sezení při práci:

Sezení přední, střední a zadní.



Obrázek 10: Způsoby sezení (Převzato z 22)



### **2.16.1 PŘEDNÍ SEZENÍ**

Při předním sezení je trup nakloněný směrem dopředu, dochází k zatížení trupu na sedací plochu, které se přenáší směrem dopředu před hrboly sedacích kostí a na zadní stranu stehen. Tento typ sezení převažuje u většiny průmyslových činností, kdy si na kraji židle zvyklo sedět 15 % osob. Většinou tuto polohu zaujímají lidé menšího vzrůstu a pracující u vyšších stolů (78 cm). Tato poloha, kdy se lidé neopírají o zádovou opěrku, lépe navozuje vzpřímené držení a to tím, že dojde k překlopení pánve dopředu. Nicméně i v této poloze lze sedět s kulatými zády. Při dlouhodobém sezení bez opory zad dochází k zvýšenému statickému zatížení zádového svalstva, ale lidé si většinou stěžují na potíže ve stehnech.

### **2.16.2 STŘEDNÍ SEZENÍ**

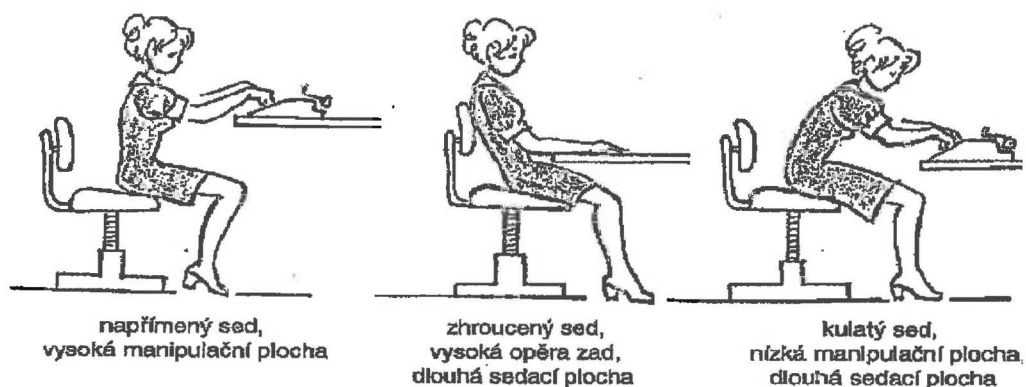
Při středním typu sezení spočívá trup na sedací ploše, kterou tvoří hrboly sedacích kostí a zadní plocha stehen, přičemž nejvyšší tlak na sedací plochu bývá obvykle v oblasti hrbolů sedacích kostí. Uprostřed židle sedává 52 % osob, kdy tento typ sezení dovoluje jak vzpřímené držení, tak i kulaté sezení. Tito lidé často používají opěrku zad, protože je však zorný úhel přibližně horizontální, nelze tuto polohu využít při řadě pracovních činností.

Dochází k přetěžování krční páteře, neboť tato poloha nás nutí k jejímu předsunutí nebo předklonu. Nejčastěji si lidé stěžují na potíže v šíji, ramenou, pažích a rukou. Tento způsob sezení je většinou spojen s nižším stolem (72 cm) a psaním na stroji.

### **2.16.3 ZADNÍ SEZENÍ**

Při zadním typu sezení je trup skloněn dozadu v úhlu 95°, kdy při správném podepření pánve a páteře je tato poloha nejméně únavná. Na konci židle sedí 33 % lidí, kteří většinou nemají potíže, proto se tato poloha považuje za polohu odpočinkovou a relaxační s nejnižším tlakem na meziobratlové ploténky bederní páteře.

Na obrázku níže uvádím tři příklady nesprávného sezení, které mohou být způsobeny ergonomickými nedostatky.



Obrázek 11 : Příklady nesprávného sezení (Převzato z 22).

## 2.17 STŘÍDÁNÍ PRACOVNÍCH POLOH

Jedním z výhodných způsobů řešení následků sedavé práce je umožnit **střídání pracovních poloh**, prokládání práce vsedě krátkými pochůzkami (pro materiál, pro kontrolu jiného stanoviště), v lepším případě cílenými dynamickými cviky, které rychleji odstraní únavu staticky napjatých svalů, zlepší návrat žilní krve z dolních končetin, zvýší přívod kyslíku, změni aktivitu jednotlivých mozkových center. Prokazatelně se tímto způsobem zlepší výkonnost a sníží výskyt subjektivních potíží i výskyt nemocí pohybového a kardiovaskulárního ústrojí.

Také možnost střídání výše uvedených poloh během práce podporuje dynamiku sezení, kdy způsob sezení může být ovlivněn designem sedadla, uspořádáním pracovního místa a individuálními návyky (22, 77).

## 2.18 MONOTONIE

Monotonie je reakce organismu na situaci bez vzruchů nebo na stavy, kdy se vzruchy mění pouze nepatrně. **Monotonie je stav snížené psychické aktivity.** Při monotónních činnostech dochází ke snížení aktivity centrálního nervového systému, kdy není dostatečný přísun podnětů z vnějšího prostředí a vlastní činnost je prováděna automaticky a je řízena podkorovými centry. Příznaky monotonie mohou být pocity únavy, celková nevěle, úbytek pozornosti, pocity nudy a ospalosti, dokonce může dojít i k pocitům averze, podrážděnosti až deprese.

### 2.18.1 PODMÍNKY VZNIKU A VYVOLÁNÍ MONOTONIE

Nejčastější příčinou vzniku monotonie bývá nedostatek vzruchů, které by podráždily centra v mozku. Také repetitivní a příliš snadné výkony, prováděné po delší dobu, při kterých je současně nutnost stálé myšlenkové vazby na úkon. Dozor nebo kontrola vykonávaná po delší dobu bez dalších podnětů a při stálé vynucované pozornosti. Při snižování objemu pozorování dochází k odbourávání psychického napětí, kdy snížení je podstatou monotonie.

Monotonie vzniká v průběhu situací chudých na množství vzruchů nebo při jednostranném opakování vzruchů, které kladou na člověka nízké nároky. Při zabezpečení opatření, která umožňují dodržování hygienických limitů pro míru působení známých rizikových faktorů fyzikálních, chemických a biologických patří mezi největší problémy průmyslové výroby **monotonní práce.**

Je charakterizována jednoduchými, rytmickými, stereotypně se opakujícími pohyby. Pracovní operace jsou jednoduché, někdy trvají jen několik sekund. Pozornost pracovníka je soustředěna na úzký a stále stejný rozsah, jednostranně je zatěžován některý smyslový orgán. Pracovník obvykle zaujímá neměnnou pracovní polohu, takže převažuje statické zatížení s nízkým energetickým výdejem.

Podmínky za kterých může monotonie vznikat:

- krátké pracovní cykly
- snížená možnost pohybů
- klimatické podmínky na pracovišti např. teplo
- sociální izolace na pracovištích
- stejnoměrný hluk o nižší frekvenci a nepříliš intenzivní
- nedostačující intenzita osvětlení nebo přesvětlení pracoviště

## 2.18.2 NEUROFYZIOLOGICKÝ ZÁKLAD

V situacích chudých na podněty zaniká jednosměrný sensorický proud a dochází k redukci mozkové aktivity. Současně s tím je ovlivněn i stav celého organismu. Výpadek stimulací je dán adaptací a snížením hladiny, která je stanovená v recepčních orgánech pro vybavení vzruchů. Účelem těchto orgánů je ochrana organismu zejména centrálního nervového systému před stálým přesycováním informacemi, které přicházejí ze smyslových orgánů. Adaptace tlumí vzruchy přicházející do centrálního nervového systému.

Habituační neboli adaptace na vyšší úrovni, tj. aktivní snižování podnětů, kdy nejde o záležitost probíhající na periférii, ale děje se přímo v mozkové kůře. Filtr, který vylučuje všechny pro život bezvýznamné podněty a propouští pouze ty, které pro organismus mají určitou biologickou hodnotu.

Monotonie vede k útlumu některých systémů a orgánů:

- biologicky k atrofii nepoužívaného svalstva
- k utlumení činnosti smyslových orgánů
- nerovnoměrné zatížení vede k atrofím
- přiměřené zatížení organismu, orgán rozvíjí
- přetěžování vede k opotřebování

Následkem nezpracované monotonie mohou být úzkostné stavy, agresivita, podráždění a sklon k depresím.

Pracovní spokojenost zvyšuje rezistenci vůči monotonii. Nejspolehlivější prostředek ke snížení monotonie je pokud pracovník může uplatnit v širším rozsahu své schopnosti a dovednosti a přizpůsobit si skladbu a obsah pracovní činnosti, kdy si určí i způsob provedení úkolu a kontroluje si své výsledky a také za ně odpovídá.

### 3 DISKUZE

Jedním z cílů této diplomové práce bylo vytvořit ucelený náhled dosavadních poznatků o problematice statické zátěže v poloze v sedě a jejího vlivu na svaly pánevního dna. Pokud se však chceme zabývat tím, jaký je tento vliv, musíme se na svaly pánevního dna podívat ze všech možných hledisek. Jedná se převážně o příčně pruhovanou svalovinu, z čehož vyplývají jeho mechanické vlastnosti.

Z biomechanického hlediska je to viskoelastická. Uspořádání svalů pánevního dna je ve svalových pruzích, které dávají pánevnímu dnu tvar nálevky. Nálevky sice poddajné, ale perforované. Důležité je to hlavně z hlediska síly, která na pánevní dno působí, díky viskoelastickým vlastnostem se tlaková síla mění na tahovou. Dochází tak k postupným deformacím měkkých tkání, kdy nejde o velké změny, a tyto změny nejsou trvalé, ale ireverzibilní.

Vliv statické zátěže na pohybový systém je v poslední době často diskutovaným tématem. Viedman (1990) zjistil, že sedavé zaměstnání, stejně jako fyzicky náročná práce je spojeno s abnormalitami na páteři, degenerací meziobratlových disků, osteoartrózou facetových kloubů obratlů. S tímto tvrzením se shoduje i Graft et. al.(1995), kdy tvrdí, že nucené polohy mohou způsobit degenerativní změny v krční, hrudní i bederní oblasti páteře.

Dle Čecha (2003) nepřináší dlouhodobá statická zátěž spojená s monotonií, jako například sezení v práci nebo v autě, potřebné podněty. Zastává také názor, že dochází k útlumu aktivity svalů tzv. hlubokého stabilizačního systému. Autor uvádí, že se jedná hlavně o svaly m. transversus abdominis, bránici, krátké svaly spinotransverzální, transverzospinální, spinospinální a v neposlední řadě svaly pánevního dna.

Vrátíme-li se k páni jakožto celku je také velmi důležité postavení pánve neboli pánevní sklon. Tento sklon výrazně ovlivňuje zakřivení páteře, především bederní lordózu a hrudní kyfózu. Pánev tvoří s páteří funkční jednotku, a protože jedna z hlavních funkcí páteře je funkce posturální, podílí se na ní i svaly pánevního dna spolu s dýchacími svaly a bránicí a nezanedbatelný je i vliv intraabdominálního tlaku.

Problematika různých funkcí bránice není v odborné literatuře příliš ucelená. Většina prací se zabývá především její dýchací funkcí. Dostupných prací zabývajících se posturální rolí bránice však není mnoho. Výjimkou v české odborné literatuře je Skládalova práce zabývající se čistě bránicí a jejími funkcemi.

V zahraniční literatuře je posturální funkce bránice nejčastěji zmiňována v souvislosti s vlivem intraabdominálního tlaku na stabilizaci bederní páteře a současné odlehčení jejího zatížení.

Role intraabdominálního tlaku, ale není v dnešní době chápána zcela jednoznačně. Mnohé nové studie totiž vyvracejí tvrzení, že zvýšený intraabdominální tlak výrazně odlehčuje zatížení bederního úseku páteře (Kang, Lee, 2002; Miyamoto et al., 1999, 2002; Nordin, Wassell, Gardner, Landsittel, 2000). Ve většině studií nebyly zjištěny žádné změny ve velikosti vynaložené práce bederních vzpřimovačů v návaznosti na změnu velikosti intraabdominálního tlaku. Z kineziologického hlediska je však nepochybné, že po dostatečném zvýšení intraabdominálního tlaku se břišní dutina chová jako tuhý orgán, o který se bederní páteř může opřít (Janura, Míková, 2003; Kapandji, 1974). Některé práce naopak tuto podpůrnou funkci vyvracejí a připisují kontrakcím bránice podíl na zatížení bederní páteře (Dylevský et al., 1997). Otevřenou otázkou proto zůstává, zda výsledky nových studií opravdu znamenají popření těchto teoretických úvah, či zda jde pouze o nesprávnou interpretaci výsledků měření.

Také zjištění trvalé aktivity brániční svaloviny nejen během nádechu, ale i výdechu nemá žádné uspokojivé vysvětlení. Tento jev může být vysvětlen jako excentrická kontrakce, která má zbrzdit elastické smrštění plic spolu s celým hrudníkem. Je přirovnáván k excentrické kontrakci extenzorů kolene a kyčle působících proti gravitační síle při pomalém dřepu. Absence jakékoli elektrické aktivity při maximálním výdechu toto mínění jen potvrzuje (Luttgens, Hamilton, 1997).

Zajištění stability trupu umožňuje bránice pouze při současné vyvážené akci dalších článků – svalů přední stěny břišní, autochtonního svalstva zad a svalů pánevního dna. Jejich současnou kontrakcí dojde ke zvětšení intraabdominálního tlaku a tím i k zmenšení zátěže bederní páteře.

Posturální funkce dýchacích svalů se dá demonstrovat na dítěti během vývoje. Novorozenec bez zvládnutých posturálních mechanismů není schopen pomocí dýchacích svalů zpevnit trup a ovládat lokalizaci těžiště. Postupem času si však tuto

dovednost osvojí a s ní se naskytnou i další možnosti. Až teprve se zvládnutou posturou se dítě postaví a začne chodit po dvou. To vše je možno díky zafixovanému trupu, jehož základem je opora bránice o břišní orgány při nádechu. Stoj - pro člověka přirozená poloha je velmi nestabilní. Jde zde o situaci, kdy je těžiště vysoko nad opěrnou plochou.

Vezmeme-li v úvahu, že většinu času strávenou ve stoji člověk chodí a že při chůzi má člověk po většinu času kontakt s podložkou pouze jednou končetinou, měli bychom za přirozenou polohu brát stoj na jedné noze. To je poloha mnohem labilnější než stoj na obou končetinách a tudíž vyžaduje i dokonale zvládnutou posturu. To vše ukazuje na dalekosáhlý význam dýchacích svalů. Pokud je jakýmkoli mechanismem porušeno dýchání, projeví se jeho insuficience na pohybovém aparátu a naopak. Proto musíme k pacientovi přistupovat celkově (Dvořák, 2001).

V organismu funguje spousta řetězců, které jsou schopny přenosu vlivu z jedné části těla na druhou. Tyto řetězce fungují oběma směry. Pokud tedy můžeme využít dechu k ovlivnění ventilačních, posturálních, autonomních a psychických funkcí, lze očekávat, že můžeme ovlivnit dýchání působením právě na tyto funkce.

Problematikou dna pánevního a řetězení poruch funkce pohybového systému se u nás zabývá Vařeka, Smékal, Urban (2001), Marek a kol. (2005), Věle (2006), a další. Větší názorové rozpory se zatím nevyskytují, spíše se jejich práce navzájem doplňují, je to dáno tím, že každý autor sleduje jiné parametry.



## 4 ZÁVĚR

Cílem mé diplomové práce bylo poukázat na to, jaký vliv má statická zátěž v poloze v sedě na pánevní dno a popsati možnosti identifikace změn pánevního dna. Problematika pánevního dna je v poslední době často diskutovaným tématem a bývá předmětem mnoha vědeckých a výzkumných prací z různých odvětví medicíny. Je to hlavně z důvodu toho, že pánev ovlivňuje spoustu funkcí v organismu a naopak. Pánev významně reflektuje na působení vnějších i vnitřních vlivů, důležitá je také vazba na pohybový aparát a vegetativní systém. Vzhledem k provázanosti v pohybovém systému dochází k reakci na více segmentech pohybového aparátu.

Sledování této problematiky je nové a oblast pánevního dna nabízí široké možnosti vědeckého sledování, protože pánev je jak anatomicky – nasedá na ni celý osový orgán, tak také biomechanicky, v úzkém vztahu k řadě orgánů, struktur a funkčních prvků. V důsledku dlouhodobého působení zátěže dochází k uplatnění materiálových vlastností tkání pánevního dna (creep).

Identifikace změn pánevního dna je velmi složitá, a proto nelze použít pouze jednu metodu, ale je nutná kombinace různých metod vzhledem k nesnadnému přístupu, ale také proměnlivosti zkoumaného terénu, neboť změny, které se zde odehrávají jsou velmi malé a špatně zaznamatelné a ještě k tomu pokaždé jiné.

Statická poloha v sedě není přirozenou polohou a zatěžuje organismus, přesné důsledky této polohy nejsou ještě úplně známy. Jednou z možností jak těmto důsledkům předcházet je střídání pracovních poloh a nebo ergonomická úprava sedací plochy.

## 5 SEZNAM LITERATURY

1. AUKEE, P., USENIUS, JP., KIRKINEN, P. An evaluation of pelvic floor anatomy and function by MRI. *European journal of obstetrics, gynekology, and reproductive biology*. January 2004, 112, 1, p. 84-88
2. BAESSLER, K., SCHUESSLER, B. Childbirth-induced trauma to the urethral continence mechanism: Review and recommendations. *Urology Suppl.* 2003, 4A, p. 39-44
3. BARBER, MD., BREMER, RE., THOR, KB., DOLBER, PC., KUEHL, TJ., COATES, KW. Inervation of the female levator ani muscles. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*. 2002, 187 (1), p. 67-71
4. BARROSO, JCV., RAMOS, JGL. and MARTINS-COSTA, S., et al. Transvaginal electrical stimulation in the treatment of urinary incontinence. *British Journal of Urology International*. 2004, 93, p. 319-323
5. BO, K. Pelvic floor muscle training is effective in tretment of female stress urinary incontinence, but how does it work?. *International Urogynecology Journal*. 2004, 15, p. 76-84
6. BO, K., SHERBURN, M. Evaluation of female pelvic-floor Musile function and strenght. *Physical Therapy*. March 2005, 85, 3, p. 269-282
7. BRUBAKER, LT., SACLARIDES, TJ. *The Female Pelvic Floor*. Philadelphia: F.A. Davis Copany, 1996
8. CAPKO, J. *Základy fyziatrické léčby*. Praha: Grada Publishing, 1998
9. CAROLYN RICHARDSON, AR., SNIJDERS, JC., HIDES, JA., DAMEN, L., PAS, M., SRORM, J. The Relation Between the Transveresus Abdominis Muscles, Sacroiliac Point Mechanics and Low Back Pain. *Spine*. 2002, 27, 4, p. 399-405
10. ČECH, E. *Ultrazvuk v lékařské diagnostice a terapii*. Praha: Avicenum, 1982
11. ČIHÁK, R. *Anatomie I*. Druhé, upravené a doplněné vydání. Praha: Grada Publishing, 2001. 516 s. ISBN 80-7169-970-5
12. ČIHÁK, R. *Anatomie II*. Praha: Avicenum, 1998. 388 s. ISBN 08-060-88

13. DE LANCEY, JOL. *Anatomy of the female bladder and urethra*. In: Ostergard's Urogynecology and pelvic floor dysfunction. 5. vyd. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2003. ISBN 0-7818-3384-7
14. DE LANCEY, JOL., ASHTON-MILLER, JA. Patophysiology of adult urinary incontinence. *Gastroenterology*. 2004, vol. 126, no. 1, p. 23-32
15. DIETZ, HP. Ultrasound imaging of the pelvic floor. Part I: two-dimensional aspects. *Ultrasound in obstetrics & gynecology : the official journal of the International Society of Ultrasound in Obstetrics and Gynecology*. January 2004, 23, 1, p. 80-92
16. DIETZ, HP. Ultrasound imaging of the pelvic floor. Part II: three-dimensional or volume imaging. *Ultrasound in obstetrics & gynecology : the official journal of the International Society of Ultrasound in Obstetrics and Gynecology*. June 2004, 23, 6, p. 615-625
17. DYLEVSKÝ, I., DRUGA, R., MRÁZKOVÁ, O. *Funkční anatomie člověka*. 1. vyd. Praha : Grada Publishing, 2000. 664 s. ISBN 80-7169-681-1
18. EVEARET, K., DEVULDER, J., DE MUYNCK, M., STOCKMAN, S., DEPAEPE, H., DE LOOZE, D., VAN BUYTEN, J., OOSTERLINCK, W. The pain cycle: implications for the diagnosis and treatment of pelvic pain syndromes. *International urogynecology journal and pelvic floor dysfunction*. 2001,12 (1), p. 9-14
19. FENEIS, H. *Anatomický obrazový slovník*. 2. české vyd. Přel. Čihák, R. a Lemež, L. Praha: Grada Publishing, 1996. 464 s. ISBN 80-7169-197-6
20. FERGUSON, SJ., BRYANT, JT., GANZ, R ET ITO, K. An in vitro investigation of the acetabular labral seal in hip point mechanics. *Journal of Biomechanics*. 2003, 36, p. 171-178
21. GEARHART, SL., PANNU, HK., CUNDIFF GW. Et al. Perineal descent and levator ani hernia: a dynamic magnetic resonance imaging study. *Diseases of the colon and rectum*. 2004, 47, 8, p. 1298-1304
22. GILBERTOVÁ, S., MATOUŠEK, O.: *Ergonomie, optimalizace lidské činnosti*. Praha: Grada, 2002.
23. GRAF, M., GUGGENBÜHEL, U., KRUEGER, H.: An assesment of seated activity and postures at five workplaces. *Ergonomics*, 1995, no. 15, s. 81-90.

24. GRAY, H., *Anatomy of the Human Body* [online]. 2006  
<<http://www.bartleby.com/107/>>
25. GREGORY, CM., BICKEL, CS. Recruitment patterns in human skeletal muscle during electrical stimulation. *Physical Therapy*. 2005, 4, p. 358-364
26. GRIM, M., DRUGA, R., aj. *Základy anatomie: 1. obecná anatomie a pohybový systém*. 1. vyd. Praha: Galén, 2001. 159 s. ISBN 80-7262-112-2
27. HALAŠKA, M. a kol. *Urogynekologie*. 1. vyd. Praha: Galén, 2004. 256s. ISBN 80-7262-272-2
28. HETRICK, DC., CIOL, MA., ROTHNMAN, I., TURNER, JA., FREST, M., BERGER, RE. Musculoskeletal dysfunction in men with chronic pelvic pain syndrome type III. *Journal of Urology*. 2003, 170 (3), p. 828-831
29. HJARTARDOTTIR, S., NILSSON, J., PETERSEN, C., LINGMAN, G. The female pelvic floor: a dome – not a basin. *Acta Obstetrician et Gynecologica Scandinavica*. 1997, 76, 6, p. 567-571
30. HNÍZDIL, J. a kolektiv. *Léčebné rehabilitační postupy Ludmily Mojžíšové*. Praha: Grada Publishing, 1996
31. HOFER, M. *Kurz monografie*. Překlad 4. rozšířeného a přepracovaného vydání. Přel. Havlová, R. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2005. 240 s. ISBN 80-247-0956-2
32. HOYTE, L., JAKAB, M., WARFIELD, SK. et al. Levator ani thickness variation in symptomatic and asymptomatic women using magnetic resonance-based 3-dimensional color mapping. *American journal of obstetrics and gynecology*. September 2004, 191, 3, p. 856-861
33. HRAZDIRA, I. *Stručné repetitorium ultrasonografie*. 1. vyd. Praha: Audioscan, 2003. 112 s.
34. HRAZDÍRA, L. Ultrasonografie pohybového aparátu. *Rehabilitácia*. 1996, 3, s. 142-147
35. JANDA, Š.FRANS, CT., VAN DER HELM, SLOERD, B., DE BLOCK. Measurment morfological parameters of the pelvic floor for finite element modelling purposes. *Journal of Biomechanice*. 2003, 36, p. 749-757
36. JANURA, M., MÍKOVÁ, M. Využití biomechaniky v kineziologii. *Rehab. a fyzikální lékařství*. 2003, 1, s. 30-32

37. KANG, S., LEE, Y. *Factors in breathing maneuvers that affect trunk electromyogram during manual lifting. Spine.*2003, 27, 2147 – 2153
38. KAPANDJI, I. A. *The physiology of the joints* (Vol. 3). London: Churchill Livingstone, ( volume 3 second edition), 1982
39. KARAS, V., OTÁHAL, S. *Základy biomechaniky pohybového aparátu člověka.* Praha: Karolinum, 1991
40. KARAS, V., OTÁHAL, S. a SUŠANKA, P. *Biomechanika tělesných cvičení.* SPN Praha, 1990
41. KORDAČ, V., SVOBODA, J., ŠNAJDR, J., VOŠLÁŘOVÁ, Z., WIDIMSKI, J. *Vnitřní lékařství I.* Praha: Avicentrum, 1988
42. KOVÁČIKOVÁ, V. Reeducace dechových funkcí Vojtovou metodou. *Rehabilitácia*, 31, 1998, s. 87 - 91
43. KRAHULEC, P. Rehabilitace svalů pánevního dna. *Zdravotnické noviny ČR, Příloha Lékařské listy.* 2003, 26, s. 14-15
44. KROFTA, L., FEYEREISL, J. a PÁN, M., aj. *Konzervativní terapie inkontinence. Postgraduální medicína.* 2003, 8, s. 890-898
45. KUČERA, M. *Fyziologická únava.* In: Pohybový systém a zátěž. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 1997. 260 s. ISBN 80-7169-258-1
46. LEWIT, K. *Manipulační léčb.* 4. vyd., J: A: Barth verlag, Heidelberg-Leipzig, 1996
47. LEWIT, K. Stabilizační systém bederní páteře a pánevní dno. *Rehab. a fyzikální lékařství.* 1999, 2, s. 46-48
48. LEWIT, K. Vztah struktury a funkce v pohybové soustavě. *Rehab. a fyzikální lékařství.* 1999, 3, s. 99-101
49. LIENEMANN, A., FISCHER, T. Functional imaging of the pelvic floor. *European journal of radiology.* August 2003, 47, 2, p. 117-122.
50. MÁČEK, M., SMOLÍKOVÁ, M. Pozátěžové astma u výkonnostních sportovců. *Alergie* 4 (1). Retrieved from the World Wide Web: <http://www.tigiscz/alergie/Index.htm>
51. MADERSBACHER, H. Neurology and pelvic floor dysfunction. *Minerva Ginecol.* 2004, 56, p. 303-309

52. MARRAS, W. S., MIRKA, G. A. Intra-abdominal pressure during trunk extension motions. *Clinical biomechanics*. 1996, 11, 267 – 274
53. MAREČKOVÁ, M. *Vliv oboustranné parakokygenální stimulace svalů pánevního dna na genuinní stresovou inkontinenci*. Praha, 2005. 104 s. Diplomová práce na FTVS UK na katedře fyzioterapie. Vedoucí diplomové práce PhDr. Ingrid Špringrová, PhD.
54. MAREK, J. a kol. *Syndrom kostrče a pánevního dna*. 2. vyd. Praha: Triton, 2005. 117 s. ISBN 80-7254-638-4
55. MARIEB, E., N. *Anatomie lidského těla*. 1. vyd. Brno: c. p. books a. s. 2005. s.797
56. MARTAN, A., MAŠATA, J. Ultrazvukové vyšetření v urogynekologii. *Postgraduální medicína*. 2003, 5, 8, s. 872-877
57. MARTAN, A., MAŠATA, J., HALAŠKA, M. *Inkontinentace moči a ultrazvukové vyšetření dolního močového ústrojí u žen*. 1. vyd. Praha: PanMed, s.r.o., 2001. 190 s. ISBN 80-903049-0-7
58. MARTAN, A., MAŠATA, J., HALAŠKA, M., DRBOHLAV, P. Ultrazvuková diagnostika v urogynekologii. *Praktická gynekologie*. 1998, 4, s. 52-56
59. MARTAN, A., MAŠATA, J., HALAŠKA, M., VOIGT, R., DRBOHLAV, P. UZ vyšetření svalů pánevního dna u žen s GSI. *Česká gynekologie*. 1998, 63, s. 199-202
60. MARTAN, A., MAŠATA, J., HALAŠKA, M., VOIGT, R. UZ zobrazení uretrálního sfinkteru. *Česká gynekologie*. 1997, 63, s. 330-332
61. MAŠATA, J. *Dynamické ultrazvukové vyšetření dolních cest močových, komplexní metoda pro diagnostiku inkontinence moči a posouzení anatomické poruchy závěsného aparátu*. Závěrečná zpráva o řešení grantu IGA MZ ČR, 2005.
62. MIYAMOTO, K., IINUMA, N., MAEDA, M., WADA, E., SHIMIZU, K. Effects of abdominal belts on intra-abdominal pressure, intramuscular pressure in the erector spinae muscles and myoelectrical activities of trunk muscles. *Clinical biomechanics*, 1999, 14, s. 79 – 87

63. MIYAMOTO, K., SHIMIZU, K., MASUDA, K. Fast magnetic resonance imaging used to evaluate the effect of abdominal belts during contraction of trunk muscles. *Spine*, 27, 2002, 1749 – 1755
64. NORDIN, M., ANDERSON, G. B. J., POPOE, M. H. *Musculoskeletal disorders in the workplace*. St. Louis, Missouri: Mosby
65. OTÁHAL, S., TICHÝ, J. Zřetězené spasmy – aspekt neurologický a biomechanický. *Rehab. a fyzikální lékařství*. 1996, 4, s. 174-178
66. OTÁHAL, M., TICHÝ, M. Snímání EMG ze svalů pánevního dna pomocí povrchové elektromyografie. *Lékař a technika*. 1999, 30, s. 110-111
67. OTČENÁŠEK, M. Současné možnosti využití magnetické rezonance v urogynekologii. *Postgraduální medicína*. 2003, 5, 8, s. 878-880
68. PALEČEK, F. *Patofyziologie dýchání*. Praha: Karolinum, 2001
69. PANJABI, M. M., WHITE, A. A. *Clinical biomechanics of the spine*. Philadelphia: J. B. Lippincott Copany, 1990
70. PARIKH, M., RASMUSSEN, M., BRUBAKER, L., SALOMON, C., SAKAMOTO, K. et. al. Three dimensional virtual reality model of the normal female pelvic floor. *Annals of biomedical engineering*. February 2004, 32, 2, p. 292-296
71. PFEIFFER, J. *Neurologie v rehabilitaci: pro studium a praxi*. 1. vyd. Praha: Grada, 2007. ISBN 978-80-247-1135-5
72. PILONI, V., BASSOTTI, G., FIORAVANTI, P., AMADIO, L., MONTESI, A. Dynamic imaging of the normal pelvic floor. *International Journal of Colorectal Discase*. 1997, 12, p. 246-253
73. PODĚBRADSKÝ, J., VAŘEKA, I. *Fyzikální terapie I*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 1998a. 264 s. ISBN 80-7169-661-7
74. PODĚBRADSKÝ, J., VAŘEKA, I. *Fyzikální terapie II*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 1998b. 176 s. ISBN 80-7169-661-7
75. POKORNÝ, J. a kol. *Přehled fyziologie člověka I. díl*. 3. přepracované vydání, Praha: Nakladatelství Karolinum, 2001. 166 s. ISBN 80-246-0228-8
76. POORTMANS, A., WYNDAELE, JJ. Preventing fatigue of fast striated muscles of the pelvic floor and slow striated muscles of the limb by manipulating the on-off time of electric stimulation. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 2002, 83, p. 550-554

77. RAŠEV, E. *Nejen bolesti zad vás zbaví škola zad*. 1. vyd. Praha: Direkt, 1992. ISBN 80-900272-6-1.
78. ROKYTA, R. a kol. *Fyziologie*. 1. vydání, Praha, ISV nakl., 2000. ISBN 80 – 85866 – 45 – 5.
79. SAPSFORD, R. Rehabilitation of pelvic floor muscles utilizing trunk stabilization. *Manual Therapy*. 2004, 9, p. 3-12
80. SARLOS, D., KURONEN, M. and SCHAEER, GN. How does tension-free vaginal tape correct stress incontinence? *Int. Urogyn. Journal*. 2003, 14, p. 395-398
81. SCHAEER, GN. The clinical value of sonographic imaging of the urethrovesical anatomy. *Scandinavian Journal of Urology and Nephrology Suppl*. 2001, 207, p. 80-86
82. SCHUESSLER, B., BAESSLER, K. Pharmacologic treatment of stress urinary incontinence: expectations for outcome. *Urology Suppl*. 2003, 4A, p. 31-38
83. SEBE, P., TRAXER, O., HAAB, F. Pelvic Floor Imaging. *EAU Update Series*. 2003, 1, p. 128-134
84. SILBERNAGL, S., DESPOPOULOS, A. *Atlas fyziologie člověka*. 3. české vyd. Praha: Grada Publishing. 2004. 448 s. ISBN 80-247-0630-X
85. SINGH, K., REID, WM., BERGER, LA. Magnetic resonance imaging of normal levator ani anatomy and function. *Obstet. Gynecol.*, March 2002, 99, 3, p. 433-438
86. SHERBURN, M., MURPHY, CA., CARROLL, S., ALLEN, TJ., GALEA, MP. Investigation of transabdominal real-time ultrasound to visualise the muscles of the pelvic floor. *Australian Journal of Physiotherapy*. 2005, 51, 3, p. 167-170
87. SKLÁDAL, J. *Bránice člověka ve světle normální a klinické fyziologie*. Praha: Academia, 1976.
88. SMOLÍKOVÁ, L., HORÁČEK, O., KOLÁŘ, P. Plicní rehabilitace a respirační fyzioterapie. *Postgraduální medicína*, Retrieved from the World Wide Web: <http://www.postgradmed.cz/fulltxt.htm>
89. ŠVABÍK, K. Anatomie pánevního dna. *Zdravotnické noviny ČR, Příloha Lékařské listy*. 2003, 26, s. 5-7



90. ŠVABÍK, K., MARTAN, A. Těhotenství, porod – poruchy pánevního dna a inkontinence moči. *Moderní gynekologie a porodnictví*. 2003, 1, s. 37-44
91. TICHÝ, M., ŤUPA, F., MAREK, J. Svalové dno pánevní a jeho vztahy. *Zdravotnické noviny ČR, Příloha Lékařské listy*. 2001, 50, 38, s. 12-15
92. TICHÝ, M., ŤUPA, F., MAREK, J. *Ženská pánev*. www.zdn.cz
93. TICHÝ, M. Důležitost funkce svalů východu pánevního. *Zdravotnické noviny ČR, Příloha Lékařské listy*. 2005, 29, s. 12-13
94. TROJAN, S. a kol. *Lékařská fyziologie*. 4. vyd. Praha: Grada Publishing, 2003. ISBN 90-247-0512-5
95. TUNN, R., PETRI, E. Introital and transvaginal ultrasound as the main tool in the assessment of urogenital and pelvic floor dysfunction: an imaging panel and practical approach. *Ultrasound in Obstetrics and Gynecology*. 2003, 22, p. 205-213
96. VALENTA, J., KONVIČKOVÁ, S. *Biomechanika člověka I, II*. Vydavatelství ČVUT, Praha, 1996
97. VAŘEKA, I., DVOŘÁK, R. Posturální model řetězení poruch funkce pohybového systému. *Rehab. a fyzikální lékařství*. 2001, 1, s. 33-37
98. VAŘEKA, I., SMÉKAL, D., URBAN, J. Kineziologické poznámky ke klinice pánevního pletence, pánevního dna a řetězení poruch funkce pohybového systému. *Rehabilitácia*. 2001,1, s. 34-39
99. VÉLE, F. *Kineziologie pro klinickou praxi*. Praha: Grada Publishing, 1997
100. VÉLE, F. Kineziologický pohled na vztah dechových pohybů k prevenci posturálních poruch a vadného držení. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 2003, 10 (1), 4-6.
101. VÉLE, F. *Kineziologie*. 2.vyd. Praha: Trton, 2006. ISBN 80-2754-837-9.
102. VÍTOVÁ, K. *Sledování parametrů m. coccygeus před a po elektrostimulaci pomocí sonografie*. Praha, 2004. 66 s. Diplomová práce na FTVS UK na katedře fyzioterapie. Vedoucí práce PhDr. Ingrid Špringrová, PhD.
103. VOJTA, V., ANNERGET, P. *Das Vojta-Prinzip*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 1992.
104. WEI, JT., DE LANCEY, JOL. Functional anatomy of the pelvic floor and lower urinary tract. *Clinical Obstetrics and Gynecology*. 2004, 1, p. 3-17

105. WEINBERGER, MW. *Differential diagnosis of urinary incontinence*. In: Ostergard's Urogynecology and Pelvic Floor Dysfunction. 5. vyd. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins, 2003. ISBN 0-7817-3384-7
106. ZMRHAL, J. Diagnostické metody v urogynéologii. *Postgraduální medicína*. 2003, 8, s. 862-871
107. [www.biomech.ftvs.cuni.cz](http://www.biomech.ftvs.cuni.cz)

## 6 PŘÍLOHY

PŘÍLOHA ČÍSLO 1: KOSTRA PÁNVE

PŘÍLOHA ČÍSLO 2: SVALY PÁNEVNÍHO DNA

PŘÍLOHA ČÍSLO 3: SVALY DÝCHACÍ

PŘÍLOHA ČÍSLO 4: PRŮBĚH KONTRAKCE KOSTERNÍHO SVALU

PŘÍLOHA ČÍSLO 5 : TRUP JAKO „NAFUKOVACÍ„ KONSTRUKCE

PŘÍLOHA ČÍSLO 6: ANTAGONISMUS A SYNERGISMUS BRÁNICE A  
BŘIŠNÍCH SVALŮ

PŘÍLOHA ČÍSLO 7: BRÁNICE A ZPŮSOB JEJÍ AKTIVACE

PŘÍLOHA ČÍSLO 8: DĚLENÍ SEDU DLE ANDREONI

PŘÍLOHA ČÍSLO 9: NOVĚ NAVRHOVANÁ VARIANTA ŽIDLE ASÁNA

## PŘÍLOHA ČÍSLO 1.

### KOSTRA PÁNVE

#### **Kost kyčelní**

Na kosti kyčelní rozeznáváme tělo a lopatu kyčelní. Tělo, *corpus ossis ilii*, tvoří horní část acetabula a lopata kyčelní, *ala ossis ilii*, která je vyhloubena v jámu, vymezuje velkou pánev a tvoří podklad kyčelní jámy. Její vnější plocha slouží k úponu hýžďových svalů a z vnitřní strany je vystlána kyčelním svalem, *m. iliacus*. Dorzálně od ní leží nepravidelná kloubní plocha, která má tvar boltce a je určena pro spojení s kostí křížovou, *os sacrum* a těsně za ní se nachází drsnatina pro úpon vazů křížokyčelního spojení. Dobře hmatný hřeben, *crista iliaca*, vybíhá vpřed v přední horní trn kyčelní, *spina iliaca anterior superior*, pod ním je *spina iliaca anterior inferior*, na dorzální straně leží zadní trny, *spina iliaca posterior superiorat inferior*, nacházejí se v oblasti kříže a jsou nad nimi dobře zřetelné kožní jamky.

Na zevní ploše pánevní kosti je hluboká jamka kyčelního kloubu, *acetabulum*, která je růstovým středem pánevní kosti a chrupavčité spojení všech tří kostí ve tvaru Y zaniká po 15. roce života.

#### **Kost sedací**

Skládá se z těla, tvořícího dorzální část acetabula a z ramene. Rameno má dvě části, horní, které je postavené téměř ve svislé poloze a míří nahoru k acetabulu, kde se spojuje s kostí kyčelní a dolní, které směřuje vpřed a srůstá s dolním ramenem kosti stydké. Nejdůležitějším útvarem je sedací hrbol, *tuber ischiadicum*, který je překrytý velkým hýžďovým svalem a slouží také k úponu zadních svalů stehna, *hamstringů*.

Dalším důležitým útvarem je trn sedací kosti, *spina ischiadica*, špičatý kostní výběžek svislého ramene sedací kosti, který míří dorzolaterálně (směrem dozadu a ke střední čáře) proti kostrči, ke kterému se upínají kostrčový sval, *m. coccygeus* a křížotrnový vaz, *ligamentum sacrospinale*.

### **Kost stydká**

Je uložena v přední části pánevní kosti, tvoří ji tělo uložené při symfýze, ze kterého vybíhá směrem nahoru k acetabulu horní rameno, *ramus superior* a dolů proti kosti sedací dolní rameno, *ramus inferior*. Obě ramena zepředu ohraničují ucpaný otvor, *foramen obturatorium*, který je ohraničený kostí sedací a stydkou a vyplněný vazivovou membránou. Na horním okraji horního ramene kosti stydké se nachází hrbolek, *tuberculum pubicum*, na který se upíná tříselný vaz a také přímé břišní svaly.

### **Kost křížová, *os sacrum***

Kost křížová je součástí páteře a zároveň místem spojení s pletencem dolní končetiny, vznikla srústem pěti tvarově modifikovaných křížových obratlů, jejich těl a všech jejich výběžků. Kost křížová má přední plochu, *facies pelvina* a zadní plochu, *facies dorsalis*, obě tyto plochy mají čtyři páry otvorů, *foramina sacralia pelvina et dorsalia*, přední plocha pro výstup ventrálních větví sakrálních nervů a zadní plocha pro výstup dorzálních větví míšních nervů. Otvory jsou spojené liniemi, *lineae transversae*.

Srústem obratlových oblouků vznikl předozadně oploštělý kostěný kanál, *canalis sacralis*, který není na dolním konci uzavřený, čímž vzniká dobře hmatný otvor, *hiatus canalis*. Obsahem křížového páteřního kanálu není již samozřejmě mícha (ta končí ve výši druhého bederního obratle), ale nervové kořeny křížových a kostrčových nervů. Na horním okraji křížové kosti jsou dva malé kloubní výběžky pro kloubní spojení s bederním obratlem a na dolním konci kostí křížové se nachází kloubní ploška pro spojení s horním okrajem kostrče. V horní části bočních stěn křížové kosti jsou kloubní plošky za nimiž se nacházejí kostěné drsnatiny pro úpon vazů křížokyčelních kloubů.

### **Kost kostrční, *os coccygis***

Vzniká srústem těl čtyř až pěti kostrčních obratlů, oblouky těchto obratlů zanikly. Ze zakrnělých oblouků zůstaly naznačeny jen výběžky. Délka kostrče je v průměru tři centimetry, ale pohybuje se od jednoho do pěti centimetrů. Obratle kostrče se od prvního k poslednímu zmenšují a vytvářejí tak tvar podobný hrotu. Kostrč je vzhledem ke křížové kosti zahnutá dopředu směrem dovnitř pánve a ze zadní strany není pokryta žádnými svaly.

### **Bederní obratle, *vertebrae lumbales***

Tyto obratle jsou robustní s vysokým příčně rozšířeným tělem, jsou nejmohutnější z celé páteře a mají uspořádání ve tvaru bederní lordózy. Pátý obratel je spojený prostřednictvím meziobratlové ploténky a kloubních výběžků s horním koncem kosti křížové. Tělo obratle L5 je vpředu vyšší než vzadu, jeho přechod v kost křížovou vytváří proto vpředu typické zalomení, které se nazývá *promontorium*.

Plošky kloubních výběžků bederních obratlů, které slouží ke spojení mezi sousedními obratli, jsou zalomené téměř do pravého úhlu. Proto jsou v této oblasti páteře velmi omezené rotační pohyby, které činí pouze pět stupňů do každé strany.

### **Stehenní kost, *femur***

Skládá se z hlavičky, *caput*, kčku, *collum* a kondylů, *condyli*. Hlavička o průměru kolem 4,5 centimetrů je krčkem spojena s tělem kosti stehenní, *corpus femoris*. *Corpus femoris* představuje diafýzu kosti, na průřezu je okrouhlé a na horním konci vybíhá ve dva hrboly trochantery:

Velký chocholík, *trochanter major*, je umístěn laterokraniálně a je důležitý pro úpon svalů přicházejících z pánve, především malý a střední hýžd'ový sval, *m. gluteus medius* a skupina drobnějších svalů, které můžeme funkčně označit jako zevní rotátory kyčelního kloubu.

Malý chocholík, *trochanter minor*, na straně mediální, vybíhá mediálně a směrem dozadu, upíná se k němu hlavně bedrokyčelní sval, *m. iliopsoas*.

Na *corpus femoris* rozeznáváme ještě další útvary z nichž nejdůležitější *tuberositas glutea*, drsnatina, která se nachází na zadní straně pod *trochanter major* a na kterou se upíná velký hýžd'ový sval, *m. gluteus maximus*.

## PŘÍLOHA ČÍSLO 2.

### SVALY PÁNEVNÍHO DNA

*M. levator ani* je silný a plochý sval, skládající se ze dvou částí. Přední část, *pars pubika* (*m. pubococcygeus* a *m. puborectalis*) a boční část, která je širší, *pars iliaca* (*m. iliococcygeus*).

*Pars pubika* – *m. pubococcygeus* začíná na zadní ploše kosti stydké ve vzdálenosti asi 1 centimetr zevně od symfýzy. Mezi pravou a levou částí *m. pubococcygeus* se nachází otvor, tzv. *hiatus urogenitalis*, kterým prochází močová trubice a u ženy za ní pochva. Část svalových snopců se upíná do druhostranného svalu *m. pubovaginalis* u ženy, také lemují a uzavírají *hiatus urogenitalis* a obemykají pochvu. Tento sval se nachází mezi pochvou a rektem.

Následujícím svalem je *m. puborectalis*, který naléhá na konečník a tvoří na jeho zadní straně kličku, podílí se také na jeho uzávěru. Další část svalových snopců se upíná do *lig. anococcygeum* a některé snopce jdou až ke kostrči, na kterou se upínají.

Boční část, *pars iliaca* – *m. iliococcygeus* začíná od *arcus tendineus musculi levatoris ani*, jeho zesílení přechází ve fascii *m. obturatorius internus*, který jde od kosti stydké ke *spina ischiadica*. Upíná se do *lig. anococcygeum* a na kostrč. Tvoří horizontální plochu, která překlenuje pánevní otvor a vytváří podporu pro pánevní orgány.

*M. coccygeus* je malý a slabý sval, který probíhá od *spina ischiadica* k laterálnímu okraji kosti křížové a kostrče a je překryt kokcygeofemorální částí *m. gluteus maximus* (Tichý 2005). Jeho svalové snopce se přikládají k *lig. sacrospinale*, které je vazivovou součástí *diaphragma pelvis*, také táhne kostrč ventrálně (Čihák 2001). Oba dva svaly jsou inervovány z větve *plexus sacralis*.

Svaly hráze, *musculi perinei*, jsou to svaly, které leží na hrázi okolo východu pánevního zevně od *diaphragma pelvis* a odvozují se ze svěrače kloaky. Jedná se o několik svalů, které mají různé funkční uplatnění (Grim 2001).

*M. transversus perinei profundus* tvoří spolu s vazivem ploténku uloženou v tritonům urogenitale a má podpůrnou funkci pro pánevní orgány v přední části pánve (Grim 2001).

***Diaphragma urogenitale*** je tvořena těmito svaly, má tvar trojúhelníku, který je rozepjatý mezi dolními rameny stydkých a sedacích kostí. Obklopuje uretru a pochvu, před rektum se spojuje v tzv. *centrum tendineum perinei*, do něhož se upíná *m. transversus perinei superficialis*, který začíná na *tuber ischiadicum*. Shora na ni naléhá svěrač močové trubice, *m. sphincter urethrae externus*, umožňuje volní uzávěr uretry.

**M. bulbocavernosus** (*bulbospongiosus*) přikládá se ze spodní strany k *diaphragma urogenitale* a působí jako svěrač poševního vchodu. Snopce obou stran se spojují a dorzálně přecházejí do *m. sphincter ani externus*, který je zesponu připojen k *m. levator ani* a obemývá anální kanál.

**M. ischiocavernosus** začíná od dolního okraje stydké a sedací kosti a upíná se na *dorsum clitoridis*.



## PŘÍLOHA ČÍSLO 3.

### SVALY DÝCHACÍ

#### **M. intercostales interni et externi**

M. intercostales externi a interni jsou při nádechu (i výdechu) napínány a rozšiřují mezižeberní prostory (Kováčiková, 1998). Mm. intercostales externi zvedají žebra (působí inspiračně), aktivitou mm. intercostales interni žebra klesají (působí expiračně) (Kapandji, 1982). Během usilovného výdechu pracují obě skupiny aktivně, za spolupráce m. obliquus externus abdominis a veškeré břišní muskulatury vůbec. Pokud je porušena funkce břišní stěny, nemohou se tyto svaly aktivně účastnit nejen na usilovné exspiraci, ale nemohou dostatečně využít své možnosti při inspiriu (Kováčiková, 1998).

#### **M. levator costae**

Patří do dýchacích svalů hrudní stěny. Spojuje processus transversus obratle s horní hranou dolního žebra. Jeho činností se elevuje žebro při inspiriu (Véle, 1997).

#### **M. sternocostalis**

Probíhá od dorzální strany sternu k 2. až 6. žebro, kde se upíná. Provádí depresi žeberních chrupavek vzhledem ke sternu. Svoji funkcí je svalem činným při expiriu (Véle, 1997).

#### **Mm. scaleni a m. sternocleidomastoideus**

Mm. scaleni a m. sternocleidomastoideus mají pomocnou funkci při dýchání. Při nádechu musí být krční páteř a hlava jako punctum fixum, aby tyto svaly mohly svým tahem zvedat hrudník ve směru nádechu. Pokud páteř a hlava nejsou punctum fixum, pak se budou při nádechu pohybovat do reklinace. Oba svaly se budou zkracovat. Zkrácené mm. scaleni jsou zásadním problémem nejen nádechu. Pokud bude hlava držena asymetricky, budou tyto svaly podporovat nádech v asymetrii a tím dávat základ pro asymetrickou posturu (Kováčiková, 1998).

### **M. pectoralis major et minor**

M. pectoralis major se účastní při správném nádechu roztažení hrudníku. Podmínkou je však fixovaný pletenec ramenní prostřednictvím lopatky. M. pectoralis minor zajišťuje rozvinutí hrudníku při nádechu přímo pod klíčkem a je přímým protihráčem m. serratus anterior. Oba svaly nemohou plnit svou funkci, když nebude lopatka představovat punctum fixum pro m. pectoralis minor a zprostředkovaně přes humerus pro m. pectoralis major (Kováčiková, 1998).

### **M. serratus anterior**

M. serratus anterior při fixovaném pletenci ramenním pomáhá roztahovat při nádechu laterální stranu hrudníku. Tvoří funkční jednotku s m. pectoralis minor a m. obliquus externus abdominis (Kováčiková, 1998).

### **M. iliocostalis, m. longissimus, mm. serrati posteriores superiores et inferiores**

Při nádechu tyto svaly podporují rozvinutí horní a střední oblasti hrudní páteře a přilehlých partií hrudníku. Při nádechu jsou excentricky kontrahovány a páteř je pro ně punctum fixum. V dolní části hrudní páteře se tyto svaly podílí spíše na výdechu (Kováčiková, 1998).

### **M. quadratus lumborum**

Tento sval spolu s břišními tvoří spojení mezi hrudníkem a pánví. Při nádechu, stejně jako břišní svaly, zajišťuje odrazový můstek pro rozvíjení hrudníku fixací bederního úseku páteře. Při usilovném výdechu se účastní jako sval, který zajišťuje spolu s břišními svaly maximální stažení žeber a pomáhá tak vytlačit bránici co nejvíce kranálně. Zkrácený m. quadratus lumborum nemůže plnit svou funkci. V nádechu se bederní oblast propadá do lordózy. M. quadratus lumborum je tak vyřazen ze své funkce fixace lumbální páteře při nádechu. Bránice tak nemůže plnit svou funkci v plném rozsahu (Kováčiková, 1998).

### **M. latissimus dorsi**

Tento sval nemá za normálních podmínek dechovou funkci, ale bývá aktivován při prudkém usilovném výdechu – kašli. Spolu s m. quadratus lumborum, který se na při kašli také aktivuje, mohou být zdrojem bolesti dolní části zad u dlouhodobého kašle (Čihák, & Grim, 2001) .

## PŘÍLOHA ČÍSLO 4:

### PRŮBĚH KONTRAKCE KOSTERNÍHO SVALU

Uvolní –li se na motorické ploténce acetylcholin, zvýší se propustnost membrány svalového vlákna pro vápník. Dojde k uvolnění iontů vápníku ze sarkoplazmatického retikula do sarkoplazmy, které se poté vážou na určitá místa aktiniových myofilament a tím je aktivují.

Takto uvolněné ionty vápníku se naváží na troponin, tím změní jeho prostorovou konfiguraci a umožní tak tropomyozinu zanořit se mezi vlákna aktinu.

Výsledkem je změna molekuly aktinu ve smyslu odkrytí jeho aktivních míst. Po těchto aktivních místech kloužou hlavy myozinu a vytvářejí mezi aktinem a myozinem můstky.

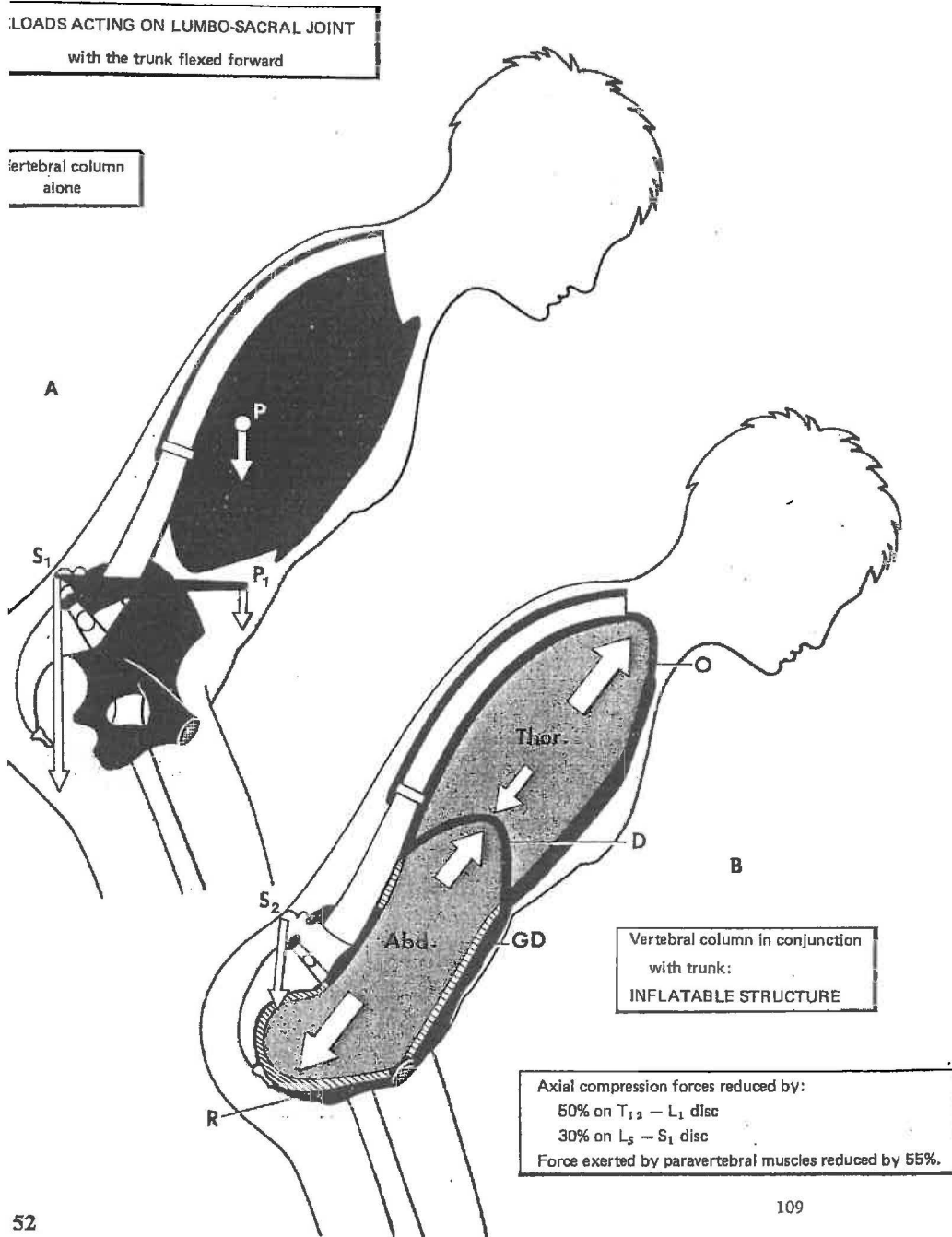
S cyklickou asynchronní činností každého můstku počítá tzv. vláknová zasouvací hypotéza neboli teorie příčných můstků. Můstek se snaží přitáhnout aktin směrem ke středu A – zóny a v následující fázi se od aktiniového vlákna odštěpuje, aby se dále opět k němu připojil, ale v jiné a vzdálenější poloze. Výsledkem tohoto působení můstků je potom neustálý pohyb aktiniových vláken (Karas).

Jedno myozinové vlákno přitahuje dvě aktinová vlákna ukotvená do protilehlých Z – linií. Vznikem přechodného komplexu aktomyozinu, který dovoluje jednosměrný posun myofilament, dochází ke zmenšení vzdáleností mezi Z – liniemi. Výsledkem je zkrácení sarkomery a celé myofibrily. Toto zkrácení myofibril ve svalovém vláknu vede k jeho stahu neboli kontrakci.

Všechny myofibrily jednoho svalového vlákna se kontrahují současně podle známého zákona „vše a nebo nic“. Kontrakce končí tím, že se vápenaté ionty vrací zpět do sarkoplazmatického retikula prostřednictvím vápníkové „pumpy“, myozinové hlavy „odskakují“ od vazebných míst na aktiniových vláknech, sarkomery se prodlužují a svalové vlákno se relaxuje (Dylevský 2000, Silbermagl 2004).

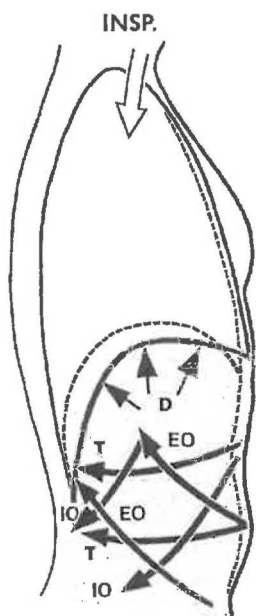
PŘÍLOHA ČÍSLO 5 :

TRUP JAKO „NAFUKOVACÍ„ KONSTRUKCE

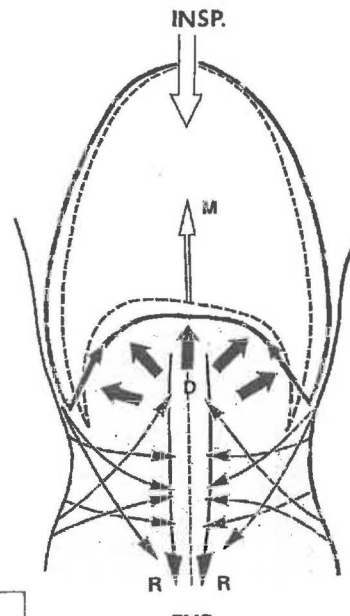


PŘÍLOHA ČÍSLO 6:

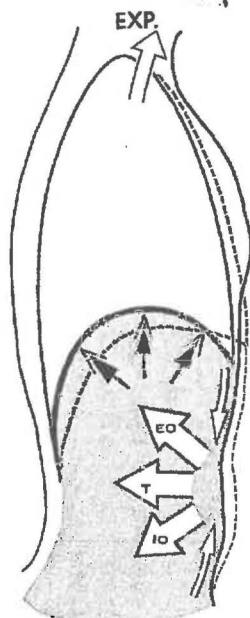
ANTAGONISMUS A SYNERGISMUS BRÁNICE A BŘÍŠNÍCH SVALŮ



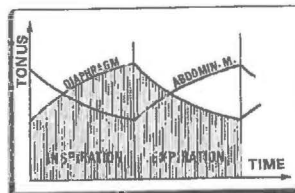
31



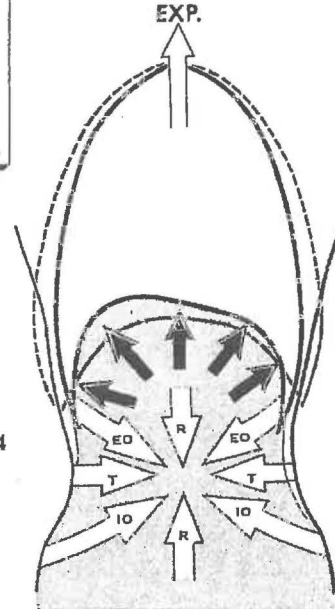
32



33



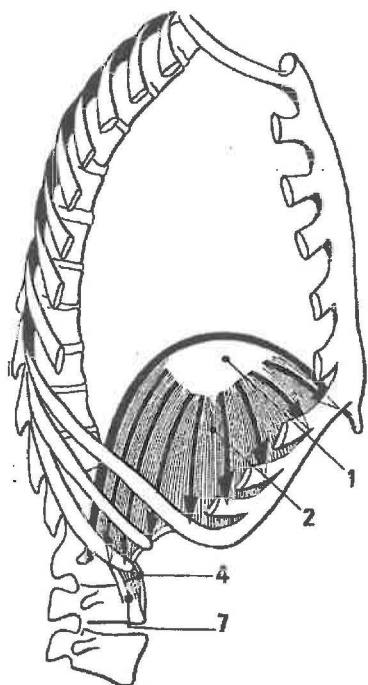
35



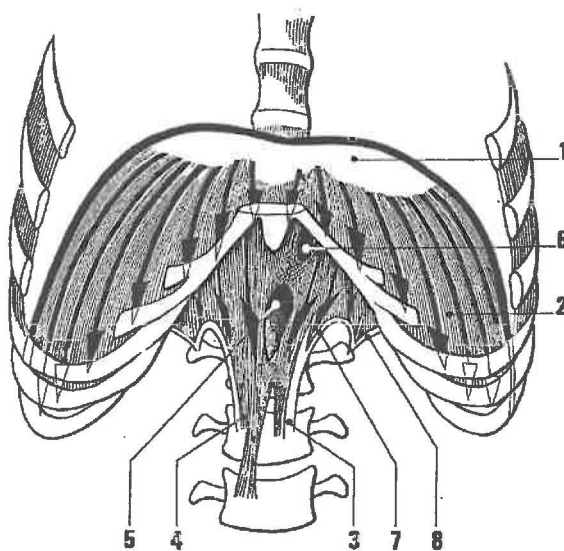
34

PŘÍLOHA ČÍSLO 7:

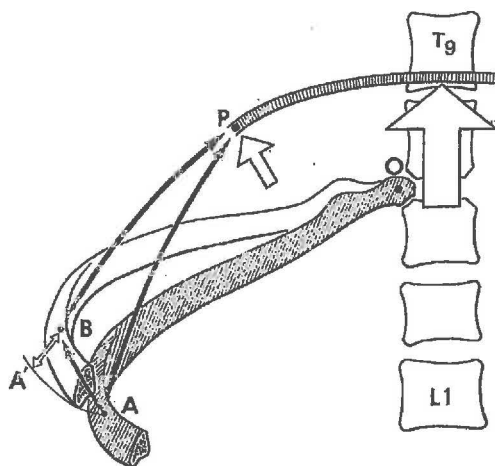
BRÁNICE A ZPŮSOB JEJÍ AKTIVACE



25



26



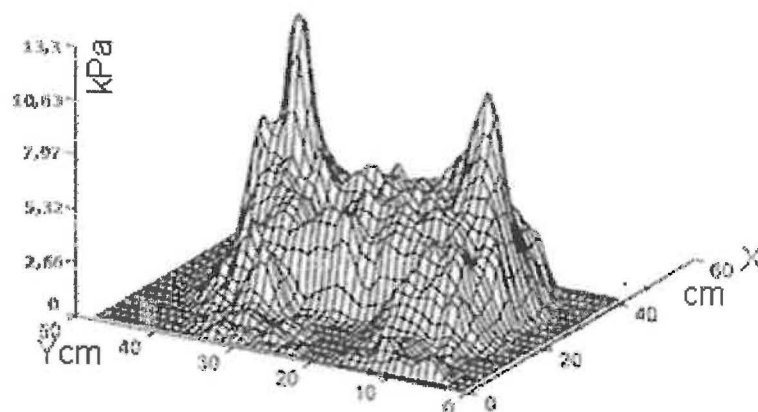
27

147

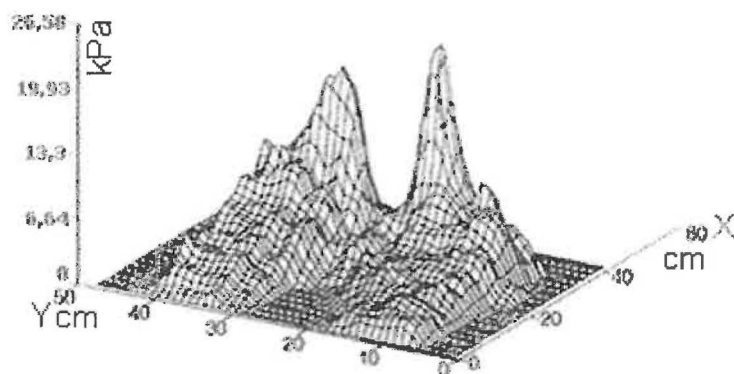
## PŘÍLOHA ČÍSLO 8:

### DĚLENÍ SEDU DLE ANDREONI:

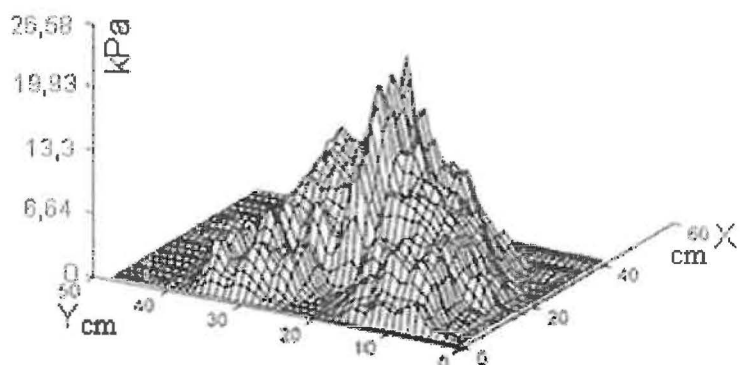
3 typy sezení – sakrální, ischiadický a trochanterový, podle velikosti tlakových vrcholů, které jsou zobrazeny v pseudo 3D. Osy XY vymezují plošné zatížení desky, vertikální osa určuje velikost tlaku v kPa.



znázornění rozložení tlaku – trochanterový typ sezení, max. zatížení trochanter major bilat.



znázornění rozložení tlaku – ischiadický typ sezení, max. zatížení tuber ischiadicum bilat.



obrázek 7 znázornění rozložení tlaku - sakrální typ sezení, max. zatížení os sacrum, os coccygeum



## PŘÍLOHA ČÍSLO 9:

### NOVĚ NAVRHOVANÁ VARIANTA ŽIDLE ASÁNA



#### Pohled na židli typu ASÁNA

Jedná se o židli jež má sedací část složenou z prvků, které svým tvarem a nastavením jsou uzpůsobeny k eliminaci nežádoucích tlaků na pánevní oblast při sezení.

## 7 SEZNAM ZKRATEK

SZO – Světová zdravotnická organizace

SI – Sakroiliakální kloub

MJ – Motorická jednotka

Thp – Hrudní páteř

M – Musculus – sval

DK – Dolní končetina

Lp – Bederní páteř

kg – Kilogram

mmHg – Milimetr rtuťového sloupce

EMG – Elektromyografie

IAT – Intraabdominální tlak

UZ – Ultrazvuk

NMR – Nukleární magnetická rezonance

CT – Počítačová tomografie

ISDULA – International Society for Developing Ultrasound Examination of  
Locomotor Aparatur

WHO – World Health Organization