

**UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE**

**2. LÉKAŘSKÁ FAKULTA**

Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství

**Jiřina Trnková**

**Fyziologie a patofyziologie  
nitrobřišního tlaku**

**Bakalářská práce**

Praha 2020

Autor práce: **Jiřina Trnková**

Vedoucí práce: **Mgr. Jakub Novák**

Oponent práce: **MUDr. Jan Pokorný**

Datum obhajoby: **26. 5. 2020**

## **Bibliografický záznam**

TRNKOVÁ, Jiřina. *Fyziologie a patofyziologie nitrobřišního tlaku*. Praha: Univerzita Karlova, 2. lékařská fakulta, Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství, 2020, 79 s. Vedoucí bakalářské práce Mgr. Jakub Novák.

## **Abstrakt**

Nitrobřišní tlak (IAP, intra-abdominal pressure) je hydraulický tlak uvnitř břišní dutiny. Mnoho odborných publikací popisuje jeho terapeutický vliv na stabilitu a odlehčení páteře. Tato rešeršní bakalářská práce se zabývá jeho fyziologickými a patofyziologickými vlivy na lidské tělo. Vysvětluje základní mechanismy vzniku IAP, jeho funkci a působení na organismus. Dále popisuje stavy zvýšeného nitrobřišního tlaku a jeho patofyziologické souvislosti. Práce přináší ucelené poznatky o IAP z mnoha různých medicínských oborů a poukazuje na interní souvislosti, které jsou důležité i pro fyzioterapeutickou praxi. Velká část práce je věnována konkrétnímu využití IAP v různých oblastech fyzioterapie (bolesti bederní páteře, pánevní dno, respirační fyzioterapie, silový trénink, gastroesophageální reflux). Práce zahrnuje i praktickou část, ve které je zpracována kazuistika pacienta s proběhlým kořenovým syndromem. Terapie pacienta byla zaměřena na reedukaci pohybových vzorů s využitím nitrobřišního tlaku. Efekt terapie byl zhodnocen měřením nitrobřišního tlaku pomocí nového přístroje DNS Brace, který nepřímo měří IAP v závislosti na expanzi břišní stěny.

## **Klíčová slova**

Nitrobřišní tlak, břišní dutina, nitrobřišní hypertenze, bránice, stabilita páteře

## **Bibliographical record**

TRNKOVÁ, Jiřina. *Physiology and pathophysiology of intra-abdominal pressure*. Prague: Charles University, 2nd Faculty of Medicine, 2020, 79 p. Supervisor Mgr. Jakub Novák

## **Abstract**

Intra-abdominal pressure (IAP) is a hydraulic pressure within the abdominal cavity. Previous studies show its association with both spinal stability and spinal unloading. This thesis deals with intra-abdominal pressure physiology and pathophysiology. It explains underlying mechanisms in IAP generation, function and effects on the human body. It describes conditions related to high intra-abdominal pressure in many medical specialties. The aim of the thesis is to summarize knowledge about IAP and highlight convenient facts for a physiotherapy practice. A large part is devoted to specific application of IAP in physiotherapy (low back pain, pelvic floor, respiratory physiotherapy, strength training, gastroesophageal reflux). The thesis also comprises a practical part, which is a case report of a patient with a radicular syndrome. The therapy was focused on motor patterns re-education using intra-abdominal pressure. The effect of the therapy was evaluated by a state-of-the-art device DNS Brace. It measures IAP indirectly according to abdominal wall expansion.

## **Keywords**

Intra-abdominal pressure, abdominal cavity, intra-abdominal hypertension, diaphragm, spinal stability

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracovala samostatně pod vedením Mgr. Jakuba Nováka, uvedla všechny použité literární a odborné zdroje a dodržovala zásady vědecké etiky. Dále prohlašuji, že stejná práce nebyla použita k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze 24. 4. 2020

Jiřina Trnková

## **Poděkování**

Velké díky patří vedoucímu mé bakalářské práce Mgr. Jakubu Novákovi za veškerou pomoc, podporu, rady a připomínky. Ráda bych poděkovala též oslovenému pacientovi za souhlas ke spolupráci a za jeho čas a ochotu.

# OBSAH

<b>OBSAH</b> .....	<b>7</b>
<b>SEZNAM ZKRATEK</b> .....	<b>9</b>
<b>ÚVOD</b> .....	<b>11</b>
<b>1 PŘEHLED POZNATKŮ</b> .....	<b>12</b>
<b>1.1 DEFINICE IAP</b> .....	<b>12</b>
<b>1.1.1 Měření IAP</b> .....	<b>12</b>
<b>1.2 ANATOMICKÉ A BIOMECHANICKÉ POZNATKY</b> .....	<b>14</b>
<b>1.2.1 Topografie břišní dutiny</b> .....	<b>14</b>
1.2.1.1 Cavitas peritonealis .....	15
1.2.1.2 Retroperitoneum .....	15
1.2.1.3 Preperitoneum .....	15
<b>1.2.2 Bránice</b> .....	<b>16</b>
<b>1.2.3 Svaly břišní stěny</b> .....	<b>16</b>
<b>1.2.4 Svaly pánevního dna</b> .....	<b>17</b>
<b>1.2.5 Kostěné struktury</b> .....	<b>17</b>
<b>1.3 FYZIOLOGIE IAP</b> .....	<b>18</b>
<b>1.3.1 Distribuce IAP</b> .....	<b>18</b>
<b>1.3.2 Hodnoty IAP</b> .....	<b>18</b>
<b>1.3.3 Vliv různých faktorů na IAP</b> .....	<b>19</b>
<b>1.3.4 Chování IAP během dechového cyklu</b> .....	<b>19</b>
1.3.4.1 Nádech .....	19
1.3.4.2 Výdech .....	20
<b>1.3.5 Chování IAP během různých fyziologických situací</b> .....	<b>20</b>
1.3.5.1 Regulace IAP u pohybů končetin .....	21
1.3.5.2 Valsalvův manévr .....	22
1.3.5.3 Straining manévr .....	22
<b>1.3.6 Srovnání Valsalvova manévru se Straining manévrem</b> .....	<b>23</b>
<b>1.4 PATOFYZIOLOGIE IAP</b> .....	<b>25</b>
<b>1.4.1 Nitrobřišní hypertenze</b> .....	<b>25</b>
1.4.1.1 Kardiovaskulární systém .....	25
1.4.1.2 Gastrointestinální systém .....	26
1.4.1.3 Ledviny .....	26
1.4.1.4 Plíce .....	26
<b>1.4.2 Břišní kompartment syndrom</b> .....	<b>27</b>
1.4.2.1 Syndrom multiorgánové dysfunkce .....	27
1.4.2.2 Abdominální dekomprese .....	27
<b>1.4.3 Stresová inkontinence moči</b> .....	<b>28</b>
<b>1.4.4 Výchřezy v pánevní oblasti</b> .....	<b>28</b>
<b>1.4.5 Hemeroidy</b> .....	<b>29</b>
<b>1.4.6 Kýla</b> .....	<b>29</b>
<b>1.4.7 Gastroesophageální reflux</b> .....	<b>30</b>
<b>1.5 VÝZNAM IAP V REHABILITACI</b> .....	<b>31</b>
<b>1.5.1 Význam IAP v rehabilitaci bederní páteře</b> .....	<b>31</b>
1.5.1.1 Spinal unloading .....	31
1.5.1.2 Spinal stability .....	31
1.5.1.3 Vliv směru svalových vláken na IAP .....	33
1.5.1.4 Svalová stabilizace bederní páteře .....	34
<b>1.5.2 Význam IAP v rehabilitaci dalších onemocnění</b> .....	<b>35</b>
1.5.2.1 IAP v respirační fyzioterapii .....	35
1.5.2.2 IAP v léčebné rehabilitaci GERD .....	35
1.5.2.3 IAP ve fyzioterapii pánevního dna .....	35
1.5.2.4 Valsalvův manévr v silovém tréninku .....	37
1.5.2.5 IAP jako kontraindikace .....	38
<b>2 METODIKA</b> .....	<b>39</b>

2.1	TERAPIE .....	39
2.1.1	DNS .....	39
2.2	DNS BRACE .....	40
2.2.1	Průběh měření .....	41
2.2.2	Měřené situace .....	41
2.2.3	Vyhodnocení.....	42
2.3	SUBJEKTIVNÍ HODNOCENÍ BOLESTI DLE VAS .....	42
3	KAZUISTIKA .....	43
3.1	ANAMNÉZA.....	43
3.2	VSTUPNÍ FYZIOTERAPEUTICKÉ VYŠETŘENÍ.....	44
3.3	SUBJEKTIVNÍ HODNOCENÍ BOLESTI DLE VAS PŘED TERAPIÍ.....	47
3.4	KRÁTKODOBÝ REHABILITAČNÍ PLÁN.....	47
3.5	DLOUHODOBÝ REHABILITAČNÍ PLÁN.....	47
3.6	CÍL TERAPIE.....	47
3.7	TERAPIE .....	47
3.8	VÝSTUPNÍ FYZIOTERAPEUTICKÉ VYŠETŘENÍ .....	49
3.9	SUBJEKTIVNÍ HODNOCENÍ BOLESTI DLE VAS PO TERAPII.....	52
3.10	VÝSLEDKY MĚŘENÍ PŘÍSTROJEM DNS BRACE .....	52
4	DISKUZE .....	54
4.1	DISKUZE K TEORETICKÉ ČÁSTI .....	54
4.2	DISKUZE K PRAKTICKÉ ČÁSTI .....	59
	ZÁVĚR .....	63
	REFERENČNÍ SEZNAM .....	64
	SEZNAM OBRÁZKŮ .....	74
	SEZNAM TABULEK.....	75
	SEZNAM GRAFŮ .....	76
	SEZNAM PŘÍLOH.....	77
	PŘÍLOHY.....	78



## SEZNAM ZKRATEK

AA = alergologická anamnéza

ACS = abdominal compartment syndrom (břišní kompartment syndrom)

ADL = activity of daily living (všední denní činnosti)

AM = abdominal muscles (břišní svaly)

ARDS = acute respiratory distress syndrom (syndrom akutní dechové tísně)

ARO = anesteziologicko-resuscitační oddělení

BMI = body mass index

BT = brániční test

CMP = cévní mozková příhoda

CNS = centrální nervový systém

Cp = krční páteř

D = diaphragm (bránice)

DAM = deep abdominal muscles (hluboké břišní svaly)

DKK = dolní končetiny

DNS = Dynamická neuromuskulární stabilizace

ES = m. erector spinae

EZ = externí zátěž

EMG = elektromyografie

FA = farmakologická anamnéza

GERD = gastroesophageal reflux disease (gastroesophageální reflux)

GF = glomerulární filtrace

GSUI = genuine stress urine incontinence (stresová inkontinence moči)

HOB = head of bed (sklon horní poloviny lehátka)

HKK = horní končetiny

CHOPN = chronická obstrukční plicní nemoc

CT = computed tomography (počítačová tomografie)

IAH = intra-abdominal hypertension (nitrobřišní hypertenze)

IAP = intra-abdominal pressure (nitrobřišní tlak)

ICP = intracranial pressure (nitrolební tlak)

ICHS = ischemická choroba srdeční

JIP = jednotka intenzivní péče

KD = klidové dýchání

kPa = kilopascal

L(x) = bederní obratel

LAT = m. latissimus dorsi

LBP = low back pain

lig. = ligamentum (vaz)

Lp = bederní páteř

LS(p) = lumbosakrální přechod

m./mm = musculus, musculi (sval, svaly)

ME = mistrovství Evropy

mm Hg = milimetry rtuťového sloupce

MRI = magnetická rezonance

MODS = multiple organ dysfunction syndrome (syndrom multiorgánové dysfunkce)

NO = nynější onemocnění

OA = osobní anamnéza

OEA = m. obliquus externus abdominis

OIA = m. obliquus internus abdominis

PCC = Pearson Correlation Coefficient

PD = pánevní dno

PF = pelvic floor (pánevní dno)

PEEP = positive end expiratory pressure (pozitivní tlak na konci výdechu)

Proc. = processus (výběžek)

RA = m. rectus abdominis

RA = rodinná anamnéza

RM = one-repetition maximum

RTG = rentgen

SA = sociální anamnéza

Sin. = levostranný

SM = Straining manévr

SPA = sportovní anamnéza

T(x) = hrudní obratel

Thp = hrudní páteř

TrPs = trigger points (spoušťové body)

v. = vena (žíla)

VAS = vizuální analogová škála/ vertebrogenní algický syndrom

VM = Valsalvův manévr

3M = poloha tříměsíční

6M = poloha šestiměsíční

## ÚVOD

Nitrobřišní tlak (intra-abdominal pressure, dále také IAP) je hydraulický tlak uvnitř břišní dutiny. Obsah břišní dutiny je považován za tekutinu a tlak se zde dle zákonů hydrauliky šíří všemi směry stejnou měrou. Je výsledkem zejména svalové funkce bránice, břišní stěny a svalů pánevního dna. Velikost IAP se fyziologicky neustále mění v závislosti na dechovém cyklu, tělesné aktivitě, pozici v gravitačním poli a mnohém dalším.

V oboru fyzioterapie je nitrobřišní tlak velmi důležitým fenoménem. Jeho terapeutický vliv na low back pain (bolesti bederní páteře) je předmětem mnoha studií. Bývá diskutován vztah IAP ke spinal unloading (odlehčení páteře) a spinal stability (stabilita páteře) v koordinaci s aktivitou svalů břišní stěny. Poznatků o IAP se využívá též v silovém tréninku, ve fyzioterapii pánevního dna či v respirační fyzioterapii. Méně často je však popisován samotný vznik IAP, jeho vlastnosti a význam v dalších oblastech medicíny.

Nitrobřišní tlak je významný nejen v oboru rehabilitace, ale též v mnoha dalších lékařských specializacích, jako je chirurgie, interna, urogynekologie, pneumologie a další. Fyzioterapeuti se při práci na jednotkách intenzivní péče (chirurgie, kardiologie, ARO aj.) často setkávají s pacienty, u kterých je IAP patologicky zvýšen, nebo by jeho zvýšení mohlo mít negativní vliv na další onemocnění pacienta. Patologické zvýšení IAP může vést k intraabdominální hypertenzi či břišnímu kompartment syndromu, jejichž následkem vznikají hemodynamické a další orgánové změny.

Mezi hlavní cíle této bakalářské práce patří vytvoření uceleného náhledu na problematiku fyziologie a patofyziologie nitrobřišního tlaku. Rešeršní formou budou zpracovány odborné studie o IAP z fyzioterapeutického i lékařského prostředí. Budou popsány fyziologické situace, během kterých se IAP přirozeně mění v závislosti na dané funkci. Současně budou popsány i stavy, kdy je zvýšený IAP příčinou či následkem stavů patofyziologických. Z teoretických poznatků o IAP a jeho využití v rehabilitaci bude vycházet praktická část práce. Terapie pacienta bude zaměřena na stabilizaci bederní páteře s využitím nitrobřišního tlaku.

# 1 PŘEHLED POZNATKŮ

## 1.1 Definice IAP

Nitrobřišní tlak je tlak, který je vytvářen v břišní dutině (Sugrue et al., 2015) zejména svalovou aktivitou bránice, břišních svalů a svalů pánevního dna (Hodges et al., 2001). Obsah břišní dutiny vnímáme jako tekutinu, a proto se jedná o tlak hydraulický (Cobb et al., 2005). Dle zákonů hydrauliky je tlak distribuován do všech směrů stejnou měrou (De Keulenaer et al., 2009).

Nitrobřišní tlak je důležitý fenomén dotýkající se mnoha lékařských odvětví. Interní obory zkoumají patologické hodnoty IAP v souvislosti s výskytem civilizačních chorob a stavů, jako je centrální obezita, hypertenze či stavy sníženého venózního návratu (De Keulenaer et al., 2009). V oblasti urogynekologie je zvýšený IAP spojován s prolapsem orgánů malé pánve nebo s inkontinencí (Talaszi et al., 2012). Známa je též korelace chronických plicních chorob a následně zvýšeného IAP v důsledku častého kašle (Shariat et al., 2009). Nitrobřišní tlak ale může být zvýšen též iatrogeně při břišních operacích, jako je laparoskopie (Kural, 2007). V oboru fyzioterapie je významné rozložení nitrobřišního tlaku v souvislosti s dechovým stereotypem, posturální funkcí bránice a stabilizací trupu a bederní páteře (Hodges et al., 2005).

### 1.1.1 Měření IAP

Nitrobřišní tlak je možno měřit několika způsoby. Přímé měření se provádí katetrem v dolní duté žíle (vena cava inferior) (Malbrain, 2006) nebo manometrem v břišní dutině během laparoskopie, nicméně tyto metody se v praxi běžně nevyužívají s ohledem na invazivitu měření. Nepřímé měření se provádí v jiných tělních dutinách, jako je močový měchýř, žaludek či rektum (Kural, 2007). Nejčastěji se využívá měření Foley katetrem skrz močový měchýř naplněný pro tyto účely 50 ml fyziologického roztoku (Cobb et al., 2005). Věrohodnost hodnot nepřímým měřením je velice vysoká a téměř shodná s výsledky získanými invazivním měřením (Iberti, Lieber a Benjamin, 1989). Měření se běžně provádí u hospitalizovaných pacientů s již zavedeným močovým katetrem (Cobb et al., 2005).

Fyzioterapeutické studie využívají měření IAP skrz rektum nebo žaludek, měření intravezikálně je příliš riskantní z hlediska infekce (Malbrain, 2006). V běžné fyzioterapeutické praxi se též nitrobřišní tlak nepřímou pomocí palpance expanze

břišní stěny, přičemž se vychází z předpokladu, že k expanzi břišní stěny dojde z důvodu zvýšení IAP. Tato metoda je subjektivní a závislá na palpačních schopnostech terapeuta, ale pro účely diagnostiky distribuce nitrobřišního tlaku četně užívaná (Kolář a Lewit, 2005).

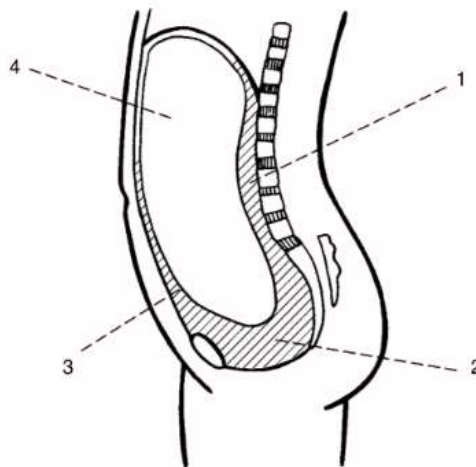
## 1.2 Anatomické a biomechanické poznatky

Nitrobrříšní tlak je tlak uvnitř brříšní dutiny (Hodges et al., 2005). Z fyzikálního hlediska je něčím vytvářen a na něco působí. Vytváří jej svaly, které brříšní dutinu ohraničují (zejména bránice, svaly pánevního dna a svaly brříšní stěny) (Hodges et al., 2001). Nitrobrříšní tlak na tyto svaly působí, ale působí též na všechny další struktury uvnitř brříšní dutiny (orgány, nervově-cévní svazky, okolní kostní struktury aj.) (Christensen a Craft, 2018).

Důkladný anatomický popis brříšní dutiny přesahuje předmět této práce, nicméně je důležité některé poznatky zmínit ve vztahu k funkci IAP. Tato kapitola je tedy věnována zejména těm poznatkům, které mají přímý důsledek na funkci popisovanou dále, jelikož mobilita, funkce a patologické změny vnitřních orgánů a dalších struktur brříšní dutiny mohou významně ovlivňovat vznik a působení IAP na lidské tělo.

### 1.2.1 Topografie brříšní dutiny

Brříšní dutina (*cavitas abdominalis*) je rozsáhlý prostor sestávající ze dvou hlavních částí, z pobříšnicové dutiny (*cavitas peritonealis*) ohraničené pobříšnicí (*peritoneum*) a prostoru mimo ni (viz obrázek 1). Extraperitoneální prostory dělíme na *preperitoneum*, *retroperitoneum* a *subperitoneum* dle jejich prostorové orientace vzhledem k pobříšnici (Kos, 2014). Celá brříšní dutina je ohraničena z několika směrů svaly. Kraniálně ji ohraničuje bránice, ventrálně *m. rectus abdominis*, laterálně *m. transversus abdominis*, *mm. obliqui abdominis* a dorzálně *mm. quadrati lumborum*



Obr. 55 Rozčlenění dutiny brříšní (podle Hafflerla)

1 – retroperitoneální prostor, 2 – subperitoneální prostor, 3 – preperitoneální prostor, 4 – cavitas peritonealis

Obrázek 1 - Rozčlenění dutiny brříšní (Kos, 2014, str. 75)

(Hudák a Kachlík, 2017). Uvnitř břišní dutiny se nachází důležité orgány a nervově-cévní struktury (Kos, 2014).

### 1.2.1.1 Cavitas peritonealis

Pobřišnicová dutina je oblast vyplněná intraperitoneálními orgány. Není to dutina v pravém slova smyslu, ale soustava vzájemně komunikujících prostorů mezi orgány a jejich závěsy. Pomocí závěsu *mesocolon transversum* je rozdělena na dvě části, *pars supramesocolica* a *pars inframesocolica*. Oba prostory jsou dále popsány a rozděleny pomocí orgánových záhybů a závěsů (Hudák a Kachlík, 2017). Pobřišnicová dutina zasahuje od bránice až po malou pánev, kde je palpačně přístupná per rectum a u žen též per vaginam (Kos, 2014).

V *pars supramesocolica* se nachází játra, žlučník a žlučové cesty, oesophagus, žaludek, duodenum (část), pancreas (část) a slezina. *Pars inframesocolica* obsahuje jejunum, ileum, caecum, appendix vermiformis, colon transversum, colon sigmoideum a rektum (část). (Hudák a Kachlík, 2017)

### 1.2.1.2 Retroperitoneum

Retroperitoneum je oblast břišní dutiny, která se nachází za pobřišnicí. Je to významná oblast z hlediska uložení orgánů (Kos, 2014). Kraniálně skrz průchody v bránici komunikuje se zadním mediastinem, kaudálně volně přechází v *subperitoneum*. Orgány retroperitonea dělíme na primárně a sekundárně retroperitoneální dle jejich embryologického původu (Hudák a Kachlík, 2017).

Mezi primárně retroperitoneální orgány patří nadledviny, ledviny, močovody, aorta abdominalis, vena cava inferior, trunci sympathici, plexus aorticus abdominalis, plexus lumbalis, cisterna chyli, trunci lumbales a nodi lymphodiei lumbales. Mezi sekundárně retroperitoneální orgány patří duodenum (část), pankreas (část), colon ascendens a colon descendens. (Hudák a Kachlík, 2017; Kos, 2014)

### 1.2.1.3 Preperitoneum

Preperitoneum je prostor před pobřišnicí. Jedná se o jednotlivé vrstvy zahrnující kůži, podkoží, fascie, tukovou vrstvu, svaly až samotnou pobřišnici. (Hudák a Kachlík, 2017)

## 1.2.2 Bránice

Bránice je velice důležitý respirační a posturální sval. Ze všech dalších funkcí je nejdůležitější funkce inspirační, bránice se podílí na nádechu z 60 % (Dylevský, 2009). Strukturálně odděluje hrudní dutinu od dutiny břišní a umožňuje průchod jednotlivých cév, nervů a orgánů mezi oběma dutinami. Skrz bránici prochází např. v. cava inferior, aorta nebo jícn, u kterého bránice plní svěračovou funkci. Tvarem svých vláken je uzpůsobena tak, že umožňuje svým oploštěním zvětšení hrudní dutiny a tím i zmenšení nitrohruďního tlaku, což umožní nádech. Anatomicky bránice začíná na okrajích hrudní a břišní dutiny a dělíme ji na tři části: *pars lumbalis*, *pars costalis* a *pars sternalis* (Hudák a Kachlík, 2017).

Patrně z názvu, *pars lumbalis* začíná v bederní oblasti. Pars lumbalis má pět anatomických úponových částí. Na přední stranu bederních obratlů se upíná *crus dextrum* (L1-L4) a *crus sinistrum* (L1-L3). Tato dvě raménka (*crura*) se kříží jako *ligamentum arcuatum medianum*, které objímá svým oblým tvarem břišní aortu v oblasti obratle T12 (tzv. *hiatus aorticus*). Na *crus dextrum/sinistrum* navazuje bilaterálně *lig. arcuatum mediale* pokračující na těla obratle L1-L2 až na výběžky obratle L1 *processus costales*. *Lig. arcuatum mediale* se též nazývá jako psoatická arkáda, protože překračuje *m. psoas major*. Bilaterálně odtud pokračuje *lig. arcuatum laterale* na 12. žebra, známé též jako kvadratická arkáda, protože překračuje *m. quadratus lumborum*. (Dylevský, 2009)

*Pars costalis* je část bránice, která začíná v oblasti žeber. Upíná se v oblasti 7.-12. žebra, přičemž její začátky se střídají se začátky *m. transversus abdominis*, což podmiňuje úzkou anatomickou i funkční souvislost těchto dvou svalů. (Hudák a Kachlík, 2017)

*Pars sternalis* začíná na dorzální straně mečovitého výběžku hrudní kosti *proc. xiphoideus sterni* a též v pochvě přímého břišního svalu *vagina muscoli recti abdominis*. (Dylevský, 2009; Hudák a Kachlík, 2017)

Bránice je sval, který má mnoho začátků po okrajích hrudníku směřující do jednoho úponu, šlašitého středu nazývaného *centrum tendineum*. (Čihák, 2016)

## 1.2.3 Svaly břišní stěny

Svaly břišní stěny mají významnou funkci v oblasti stabilizace bederní páteře (Hodges et al., 2005). Obepínají trup zejména z antero-laterální, ale též z posteriorní strany a propojují hrudní oblast s oblastí pánevní. Nacházejí se ve vrstvách a mají různé



směry svalových vláken v závislosti na jejich funkci. Spoluvytváří nitrobřišní tlak pomocí svalové kontrakce a umožňují konkrétní nastavení trupu pro fyziologickou funkci bránice. Anatomicky do této skupiny patří *m. rectus abdominis*, *m. pyramidalis*, *m. obliquus externus abdominis*, *m. obliquus internus abdominis*, *m. transversus abdominis*, *m. cremaster* a *m. quadratus lumborum* (Hudák a Kachlík, 2017).

#### **1.2.4 Svaly pánevního dna**

Svaly pánevního dna jsou skupinou svalů, které se nachází v oblasti malé pánve, rozepjaté mezi jejími stěnami jako nálevka. Ohraničují kaudálně břišní dutinu. Obsahují průchody a představují mechanickou podporu pro konečník, pochvu a močovou trubici. Svaly pánevního dna se podílejí na regulaci nitrobřišního tlaku (Hodges, Sapsford a Pengel, 2007). Anatomicky do této skupiny řadíme *m. levator ani*, *m. ischiococcygeus* a *m. sphincter ani externus* (Hudák a Kachlík, 2017).

#### **1.2.5 Kostěné struktury**

Některé kostní struktury jsou s břišní dutinou v kontaktu nebo ji pomáhají ohraničovat. Dorzálně se nachází bederní obratle L1-L5 a obratle křížové (S1-S5) srostlé v kost křížovou (*sacrum*). Dále 7.-12. žebro, kost hrudní (*sternum*) a kost pánevní (*os coxae*). (Čihák, 2016)

## 1.3 Fyziologie IAP

Následující kapitola bude věnována konkrétním mechanismům, které vedou k vytváření nitrobřišního tlaku. Budou popsány vybrané fyziologické situace (nádech, výdech, Valsalvův manévr, Straining manévr) a u nich bude popsána funkce nitrobřišního tlaku a jeho změny a hodnoty v závislosti na dané situaci.

### 1.3.1 Distribuce IAP

Dle Pascalova zákona: „Jestliže na kapalinu působí vnější tlaková síla, pak tlak v každém místě kapaliny vzroste o stejnou hodnotu“ (Beneš, Kyplová a Vítek, 2015). Obsah břišní dutiny je považován zjednodušeně za kapalinu, a tedy i nitrobřišní tlak (rostoucí s kontrakcí břišních svalů) je rovnoměrně distribuován do všech směrů stejně (Christensen a Craft, 2018). Nicméně způsobí vyklenutí zejména těch částí břišní stěny, kde svaly nejsou kontrahované koncentricky v čase rostoucího IAP (Talasz et al., 2012).

### 1.3.2 Hodnoty IAP

Hodnoty IAP se běžně měří v jednotkách mm Hg (milimetry rtuťového sloupce). Můžeme uvažovat hodnoty normální/zvýšené a hodnoty fyziologické/patologické. Za běžných fyziologických situací (dýchání, sezení, stání atp.) je normální, že se IAP krátkodobě mění, resp. zvyšuje. Pokud jsou ale hodnoty IAP zvýšeny dlouhodobě, mohou mít negativní vliv na funkci břišních orgánů, a to už od hodnot 10 mm Hg, což se dříve vnímalo jako neškodné (Malbrain et al., 2008). Názory na konkrétní hodnoty se mírně liší.

Normální hladina IAP u zdravých jedinců je 0-5 mm Hg (Sugrue, 1995), dle některých studií se za normální považuje 5-7 mm Hg (De Keulenaer et al., 2009). Tato hodnota se měří vleže ve vodorovné pozici na konci klidového výdechu (Malbrain, 2006). U obézních pacientů se hodnota pohybuje často mezi 9-14 mm Hg (De Keulenaer et al., 2009). U zdravých dětí by měl být tlak roven 0 mm Hg, u dětí na plicní přetlakové ventilaci se považují za normální hodnoty 1-8 mm Hg (Raccanello a Morris, 2020).

Jako zvýšený IAP uvažujeme hodnoty  $\geq 15$  mm Hg. Autoři se v tomto ohledu ale též rozcházejí. Definice zvýšeného IAP se pohybuje od  $\geq 10$  mm Hg,  $\geq 14$  mm Hg,  $\geq 18$  mm Hg do  $\geq 20$  mm Hg. (Sugrue, 1995)

### 1.3.3 Vliv různých faktorů na IAP

Jsou uváděny tři hlavní faktory, které ovlivňují nitrobřišní tlak. Gravitace – vleže je IAP nejnižší, vestoje nejvyšší. Například při poloze vleže na boku se hodnota klidového IAP může zvýšit o 6 mm Hg, ale při Semi-Fowlerově poloze, kdy je HOB 30° (head of bed, sklon horní poloviny lehátka) až o 16 mm Hg (Christensen a Craft, 2018; Kiyak, Yilmaz a Ay, 2019). Dle McBeth et al. (2007) je u pacientů na lůžku změna IAP klinicky významná od 20° HOB (McBeth et al., 2007). Druhým klíčovým faktorem je tzv. „uniformní tlak“, který způsobí homogenní změnu tlaku v celé dutině (např. kontrakce bránice a břišních svalů). Třetím faktorem jsou „střížné síly“, které způsobí nehomogenní změnu tlaku, např. intestinální edém v části břišní dutiny (Christensen a Craft, 2018).

Mezi dalšími často zmiňovanými faktory, které zvyšují IAP, je použití PEEP (positive end expiratory pressure, pozitivní tlak na konci exspira). Vliv na zvýšení IAP má též zvýšená tělesná teplota (De Keulenaer et al., 2009) nebo zvýšená hodnota BMI (body mass index) daného jedince (Sanchez et al., 2001), zejména u pacientů centrálně obézních. Toto potvrzuje i studie Sugermana et al. (2003), že IAP byl zjištěn větší u pacientů obézních v porovnání s pacienty neobézními (Sugerman et al., 2003). Chronický kašel též přispívá ke zvýšené hodnotě IAP (Cobb et al., 2005). Hodnota IAP může být také ovlivněna předchozí břišní operací (Sanchez et al., 2001).

Vyšší hodnota IAP též pravděpodobně souvisí s mnoha patologickými stavy, jako je hypoventilace, gastroesophageální reflux, venózní stáza, stresová inkontinence, hernie nebo možná též hypertenze či diabetes. (Sugerman et al., 2003)

### 1.3.4 Chování IAP během dechového cyklu

Dýchání je vysoce koordinovaný proces v oblasti hrudníku a břicha, ve kterém hraje nejdůležitější roli bránice jako hlavní dýchací sval. Vlivem svalové funkce bránice, svalů břišní stěny a pánevního dna dochází během dechového cyklu k neustálým změnám IAP. Na chování IAP během dechového cyklu dále navazuje chování IAP v různých situacích (sed, stoj, Valsalvův manévr, Straining manévr atd.). (Talaszi et al., 2012)

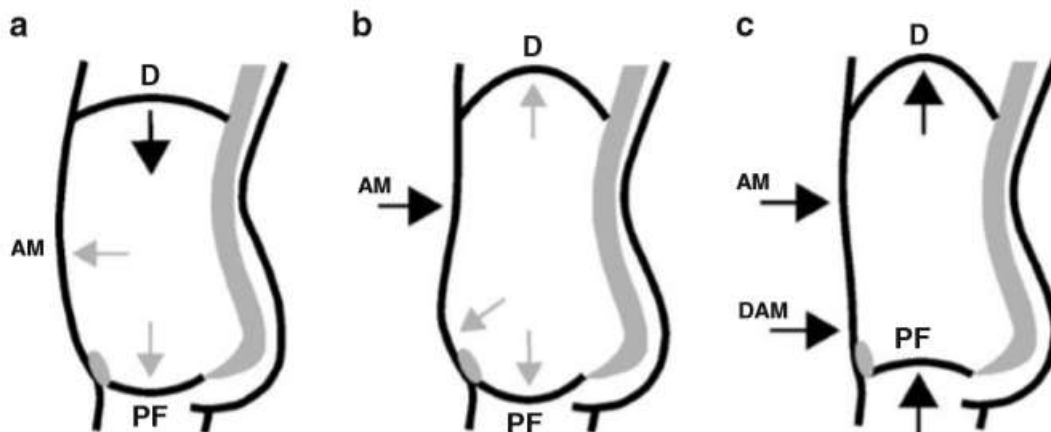
#### 1.3.4.1 Nádech

Nádech začíná fázickou koncentrickou kontrakcí bránice, tedy jejím oploštěním a pohybem kaudálně směrem k břišní dutině. Tím dochází zároveň i ke kaudálnímu posunu břišních orgánů. Kaudální pohyb bránice je mimo jiné facilitován současnou excentrickou kontrakcí břišních svalů a svalů pánevního dna. Pánevní dno se tedy

pohybuje kaudálně, brříšní stěna se vyklenuje dopředu (anteriorně) (viz obrázek 2, a). Nitrobrříšní tlak se zvýší, nitrohruční tlak se sníží. (Talas, Kofler a Lechleitner, 2011; Talas et al., 2012)

### 1.3.4.2 Výdech

Při výdechu se bránice kontrahuje excentricky a posouvá se kraniálně. Současná koncentrická kontrakce svalů anterolaterální brříšní stěny a svalů pánevního dna vede k tomu, že se zmenší objem brříšní dutiny a brříšní orgány se pohybují kraniálně (Talas et al., 2012). Při klidovém výdechu se IAP sníží, výdech je umožněn pouze pasivním „zpětným rázem“ bránice. Naopak během silového výdechu je IAP zvýšen kontrakcí brříšních svalů a bránice tak vytlačí svým posunem kraniálně vzduch z dýchacích cest (Eunyoung a Hanyong, 2013). Na obrázku 2 je výdech znázorněn ve dvou situacích: b (při dysfunkci koordinace brříšních svalů a pánevního dna), c (při ideální koaktivaci brříšních svalů a pánevního dna).



AM = abdominal muscles (brříšní svaly), D = diaphragm (bránice), DAM = deep abdominal muscles (hluboké brříšní svaly), PF = pelvic floor (pánevní dno)

Obrázek 2 - Schematické znázornění aktivity brříšní stěny během nádechu (a), výdechu (b,c) (Talas et al., 2010)

### 1.3.5 Chování IAP během různých fyziologických situací

Hodnota IAP se fyziologicky mění během různých situací. Cobb et al. (2005) provedli měření změn IAP při různých úkonech u mladých (22 let), neobězných jedinců. Tito jedinci byli zdraví a nikdy předtím u nich nebyla provedena brříšní operace, tedy měření IAP by mělo být závislé zejména na vyvíjené svalové práci. K největšímu nárůstu IAP došlo při kašli vestoje (107,6 mm Hg) a skákání (171 mm Hg). Průměrné hodnoty při stání a sezení byly 20 a 16,7 mm Hg. Aktivity, jako je tzv. bicepsový zdvih (s činkou

mající 10 liber, tj. přibližně 4,5 kg) nebo pokrčení v kolenou, zvýšily IAP zřetelně méně. (25,5 a 20,6 mm Hg) (Cobb et al., 2005). Všechny měřené situace z této studie jsou uvedeny v tabulce 1.

<b>Hodnoty IAP při různých fyziologických situacích</b>			
<b>Měřená situace</b>	<b>Průměrná hodnota (mm Hg)</b>	<b>Minimální hodnota (mm Hg)</b>	<b>Maximální hodnota (mm Hg)</b>
<b>Leh na zádech</b>	1,8	-1	6
<b>Stoj</b>	20	15	27
<b>Sed</b>	16,7	10	21
<b>Chůze po schodech</b>	68,9	40	110
<b>Sed – leh</b>	26,7	7	47
<b>Předklon v pase</b>	14,4	6	30
<b>Pokrčení v kolenou</b>	20,6	14	30
<b>Kašel</b>	81,4	40	127
<b>Kašel vestoje</b>	107,6	64	141
<b>Valsalvův manévr</b>	64,9	32	116
<b>Skákání</b>	171	43	252
<b>Bench press</b>	7,4	2	34
<b>Arm curl</b>	25,5	17	37

*Tabulka 1 - Hodnoty IAP při různých fyziologických situacích, přeloženo (Cobb et al., 2005)*

### 1.3.5.1 Regulace IAP u pohybů končetin

Bránice pomocí zvýšení IAP pomáhá regulovat stabilitu páteře během pohybů končetinami. Přispívá též ke stabilitě kořenových kloubů, pro které působí jako punctum fixum (Kolář, 2009). Před začátkem pohybu končetinou se bránice (nezávisle na její respirační funkci) a m. transversus abdominis tonicky kokontrahují, čímž se zvýší IAP (Hodges a Gandevia, 2000).

Tonická aktivita bránice je navíc modulována dvěma dalšími faktory – v závislosti na dechu a frekvenci pohybu končetiny. Bránice má dva typy inervace během pohybu končetiny – motoneurony spojené s pohybem a motoneurony spojené s nádechem. Pokud se dějí oba děje zároveň, tak aktivita bránice musí modulovat nejen nitrohruční tlak kvůli dýchání, ale zároveň nitrobřišní tlak kvůli pohybu končetiny. Tato dvojí funkce bránice se musí dít v koordinaci s dalšími svaly břišní dutiny, a zároveň může ovlivnit dechové pohybové exkurze hrudního koše a břicha. (Hodges a Gandevia, 2000)

### 1.3.5.2 Valsalvův manévr

Valsalvův manévr poprvé popsal italský lékař a anatom Antonio Maria Valsalva, jehož primární specializací bylo lidské ucho. VM popsal jako usilovný výdech se zavřenými nosními dírkami (a ústy) skrz otevřenou glottis do oro-nasopharyngeální dutiny a Eustachových trubic s úmyslem „profouknout“ střední ucho. Tento manévr se později začal používat více, a to nejen v otorinolaryngologii, ale také v jiných oblastech medicíny. Jelikož VM snižuje žilní návrat, v oblasti interní medicíny se užívá pro zmírnění příznaků u paroxysmální supraventrikulární tachykardie nebo při evaluaci dalších srdečních chorob. V urogynekologii se využívá VM při urodynamických testech, mimo jiné konkrétně pro zjištění inkontinence nebo poklesu pánevních orgánů při zvýšeném IAP. V tomto kontextu je však chybně zaměňován s tzv. Straining manévrem, jejichž detailní rozdíl bude popsán níže. (Talasz et al., 2012)

Valsalvův manévr začíná usilovným nádechem. Poté se aktivita svalů kolem břišní dutiny podobá výdechu. Bránice (excentricky) a pánevní dno (koncentricky) se pohybují kraniálně. Anterolaterální břišní svaly se kontrahují koncentricky, stejně jako u výdechu. Rozdíl oproti výdechu je ten, že během VM jsou zablokované dýchací cesty (nosní dírky a ústa) a vzduch neproudí z těla ven. Proto je zde oproti výdechu relativně vyšší nitrohruční tlak, který ovšem umožňuje kraniální posun bránice, ale relativně menší než u výdechu. (Talasz, Kofler a Lechleitner, 2011; Talasz et al., 2012)

### 1.3.5.3 Straining manévr

Straining manévr je fyziologický děj, kdy se vlivem zvýšeného IAP obsah břišní dutiny pohybuje kaudálně proti relaxovanému pánevnímu dnu s cílem podpořit defekaci nebo porod (Talasz et al., 2012). V českém jazyce není pro tento pojem definovaný překlad, většinou o tomto jevu hovoříme jako o „tlaku na stolicí“.

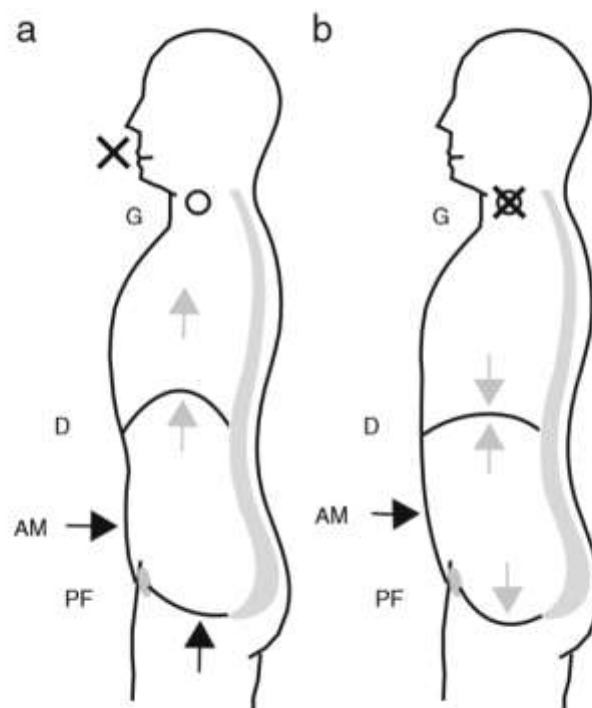
Straining manévr začíná hlubokým nádechem. Podobně jako bylo popsáno výše u nádechu: oploštění bránice směrem k břišní dutině vede k posunu nitrobřišních orgánů kaudálně proti excentricky reagujícím abdominálním svalům a svalům PD. Následně se břišní stěna vyklenuje dopředu a pánevní dno klesá. V této situaci (s úmyslem defekace) se musí zavřít glottis, aby udržela konstantní „nádechový“ nitrohruční objem a kontrahovanou bránici v oploštěné pozici. Následně se kontrahuje nitrobřišní stěna, aby dále zvýšila IAP, který se šíří kaudálně směrem k relaxovanému pánevnímu dnu. Tím dojde k poklesu pánevních orgánů a evakuaci moči či stolice. (Talasz, Kofler a Lechleitner, 2011; Talasz et al., 2012)

Povrchové svaly (konkrétně m. obliquus externus abdominis) běžně přispívají k vytváření IAP pouze v situacích, kdy je vyžadováno maximální úsilí a síla vyvinutá hlubokými břišními svaly nestačí. Během SM ale na konci nádechu zůstanou hluboké břišní svaly a svaly PD excentricky kontrahované v prodloužené pozici a též bránice zůstává koncentricky kontrahovaná v oploštěné pozici. Zvýšení IAP pak závisí pouze na povrchových břišních svalech, tj. na m. OEA. (Talasz et al., 2012)

### 1.3.6 Srovnání Valsalvova manévru se Straining manévrem

V klinické praxi často dochází k záměně těchto dvou manévřů. Při obou manévrech roste IAP, rozdílné je ale jeho šíření (viz obrázek 3). U VM se IAP šíří kraniálně směrem k relaxované bránici (a), ale během SM se šíří kaudálně k relaxovaným svalům pánevního dna (b). (Talasz, Kofler a Lechleitner, 2011)

U Valsalvova manévru je břišní obsah i relaxovaná bránice tlačena kraniálně. Zvýšení IAP je vytvořené koncentrickou aktivitou svalů PD a anterolaterální břišní stěny. Vede ke zvýšení a nasměrování nitrohruďního tlaku kraniálně směrem k otevřené glottis a nasopharyngu. Naopak při Straining manévru je břišní obsah tlačena kaudálně. Zvýšení IAP je vytvořené koncentrickou aktivitou m. OEA. Vede k nasměrování tlaku proti relaxovanému pánevnímu dnu s účelem podpořit defekaci nebo porod. (Talasz, Kofler a Lechleitner, 2011; Talasz et al., 2012)



Obrázek 3 - Rozdíl mezi VM (a) a SM (b) (Talasz, Kofler a Lechleitner, 2011)

Konkrétní srovnání aktivity břišní stěny, pánevního dna, bránice a nitrobřišního tlaku během nádechu, výdechu, Valsalvova manévru a Straining manévru je uvedeno v přehledné tabulce níže. Popsané pohyby vychází ze studie, která měřila jednotlivé parametry na magnetické rezonanci. (Talasz et al., 2012)

<b>Srovnání svalové aktivity a IAP během nádechu, Straining manévru, výdechu a Valsalvova manévru</b>				
	<b>Nádech</b>	<b>Straining manévr</b>	<b>Výdech</b>	<b>Valsalvův manévr</b>
<b>Pohyb bránice</b>	Kaudálně	Zůstává kaudálně	Kraniálně	Kraniálně
<b>Kontrakce bránice</b>	Koncentrická	Zůstává koncentrická	Excentrická	Excentrická
<b>Kontrakce břišních svalů</b>	Excentrická	Zůstává excentrická (pouze m. OEA koncentrická)	Koncentrická	Koncentrická
<b>Pohyb svalů PD</b>	Kaudálně	Kaudálně	Kraniálně	Kraniálně
<b>Kontrakce svalů PD</b>	Excentrická	Zůstává excentrická	Koncentrická	Koncentrická
<b>Průměr umbilikálně</b>	Zvýší se	Zůstává zvýšený	Sníží se	Sníží se
<b>Břišní orgány</b>	Kaudálně	Kaudálně	Kraniálně	Kraniálně
<b>IAP</b>	Zvýší se	Zvýší se	Sníží se u klidového, zvýší se u silového	Zvýšení

Tabulka 2 - Srovnání chování IAP a svalové aktivity během nádechu, SM, výdechu a VM (Talasz et al., 2012)



## 1.4 Patofyziologie IAP

Je popisováno mnoho patologických stavů, které souvisí se zvýšeným nitrobřišním tlakem. Ačkoli je zvýšení IAP během různých situací fyziologické (viz předchozí kapitola), v některých případech může mít negativní dopad na organismus. Z rehabilitačního hlediska je důležité tyto stavy znát. Mnozí pacienti mají kromě obtíží pohybového systému též další interní komorbidity, které ovlivňují pacientův stav a měly by být brány v potaz při výběru terapie.

### 1.4.1 Nitrobřišní hypertenze

Nitrobřišní hypertenze (intra-abdominal hypertension, dále také IAH) je definována jako stav, kdy je dlouhodobě nebo opakovaně patofyziologicky zvýšen IAP. Je velice častá u chronicky nemocných nebo pacientů na JIP a je jedním z hlavních prediktorů mortality. (Smit et al., 2016)

Je klasifikována dle čtyř stupňů, stupeň I = 12-15 mm Hg, stupeň IV  $\geq 25$  mm Hg. Dělíme ji na primární (příčina je v břišní dutině – např. pankreatitida, břišní operace) a sekundární (příčina je mimo břišní dutinu – sepse, popáleniny) (Malbrain et al., 2006). Nitrobřišní hypertenze má významný systémový dopad (De Waele et al., 2011). V následujících podkapitolách budou stručně popsány jednotlivé orgánové změny vzniklé v důsledku IAH.

#### 1.4.1.1 Kardiovaskulární systém

K dysfunkci kardiovaskulárního systému v důsledku IAH dochází z dvou hlavních důvodů: zhoršený venózní návrat a přímá komprese srdce, protože se nitrobřišní tlak přenáší směrem k hrudní dutině. Vlivem zvýšeného IAP dochází k elevovanému postavení bránice, kterou prochází v. cava inferior. Dochází ke kompresi v. cava inferior a ke snížení žilního návratu směrem do pravé síně. Zvýšení tlaku v hrudní dutině přímo působí i na nízkotlaké plicní řečiště a může vést k plicní hypertenzi. Zvýšení tlaku v pravé síni se přenáší skrz subklaviální systém do jugulárního systému a může vést k intra-kraniální hypertenzi. Zvýšená náplň pravé komory utlačuje přes komorovou přepážku levou komoru a dochází ke sníženému diastolickému plnění a sníženému minutovému výdeji. (Christensen a Craft, 2018)

### 1.4.1.2 Gastrointestinální systém

Zvýšený IAP může způsobit závažnou střevní ischemii. Stejně tak mírné změny IAP mohou způsobit významnou poruchu jaterní perfuze i přes normální krevní tlak a srdeční výdej. (Diebel, Dulchavsky a Wilson, 1992)

### 1.4.1.3 Ledviny

Nitrobrříšní hypertenze a následný abdominální kompartment syndrom (ACS) jsou významnými rizikovými faktory a příčinami akutního selhání ledvin u kriticky nemocných pacientů. (Mohmand a Goldfarb, 2011)

Při intraabdominální hypertenzi dochází ke snížení glomerulární filtrace (GF). Ve studii provedené na krysách byly zjištěny dramatické změny ve snížení vylučování látek ledvinami (sodíku, draslíku a osmoticky aktivních částic). (Lindström et al., 2003)

Dle studie Harmana et al. (1982) by k efektu snížení GF mohlo docházet mechanismem přímé komprese renálních cév. Psům v anestezii byl do brříšní dutiny umístěn nafukovací vak. Při hodnotách IAP 0, 20 a 40 mm Hg byly měřeny hemodynamické a renální funkce. Při IAP 20 mm Hg se tok renální arterie a GF snížily na méně než 25 % normálních hodnot. Při IAP 40 mm Hg se tok renální arterie a GF snížily na 7 % normálu a u některých psů se vyskytla anurie. Srdeční výdej se snížil na 37 % normálu. Pozoruhodné je, že při zvýšení tlaku z 0 na 20 mm Hg se renální vaskulární rezistence zvýšila o 555 %. Z toho vyplývá hypotéza, že porucha renální funkce při zvýšeném IAP je způsobena přímou kompresí renálních cév a není spojena se srdečním výdejem, ačkoli k jeho snížení dochází. (Harman et al., 1982)

### 1.4.1.4 Plíce

Při zvýšené pozici bránice vlivem IAH dochází ke snížení compliance (poddajnosti) hrudní stěny, zvýšení odporu dýchacích cest a tím ke větší dechové práci. Dochází ke snížení průtoku vzduchu do dolních laloků plic (Pelosi, Quintel a Malbrain, 2014). Mechanika hrudní stěny u IAH má přímý vliv na snížení compliance hrudníku a zvýšení elastického odporu. Zvyšuje se otevírací tlak alveolů a tím se zvyšuje dechová práce a snižuje se tok vzduchu do některých částí plic (např. spodní laloky). Limitace proudění vzduchu dává vznik atelektázám. S rostoucí dechovou prací a dechovou frekvencí dochází k dalšímu zmenšení průtoku vzduchu a kolapsu alveolů (Christensen a Craft, 2018). Vlivem všech těchto změn je IAH spojován se sekundárním syndromem akutní dechové tísně (ARDS – acute respiratory distress syndrom) (Pelosi, Quintel

a Malbrain, 2014). Veškeré změny vedou k zánětlivé odpovědi plic, zvýšené propustnosti kapilár a následně k plicnímu edému. K tomu nepřispívá ani situace, že dochází k přímé kompresi ductus thoracicus, a tedy zhoršené funkci lymfatické drenáže (Christensen a Craft, 2018).

## **1.4.2 Břišní kompartment syndrom**

Břišní kompartment syndrom (abdominal compartment syndrom – ACS) je definován jako nitrobřišní hypertenze sdružená s multiorgánovou dysfunkcí. Klinický syndrom ACS má vysokou morbiditu a mortalitu. Výše nitrobřišního tlaku, která vyvolá abdominální kompartment syndrom, je stále předmětem diskuzí. Projeví se oligurií, hyperkapnií a vysokým inspiračním tlakem, je-li postižený mechanicky ventilován. (Fügner a Volnohradský, 2006)

### **1.4.2.1 Syndrom multiorgánové dysfunkce**

Akutně zvýšený nitrobřišní tlak může vést k syndromu multiorgánové dysfunkce (MODS – multiple organ dysfunction syndrome). Zvýšení IAP způsobí zvětšení pleurálního tlaku a tím funkční obstrukci mozkovému venóznímu odtoku skrz jugulární venózní systém. Dochází ke zvýšení intrakraniálního tlaku a snížení tlaku mozkové perfuze, což může způsobit poškození mozku a zhoršit edém mozku. Tento fenomén je možným důvodem, proč se u pacientů s chronicky zvýšeným IAP často vyskytuje idiopatická intrakraniální hypertenze (Bloomfield et al., 1997).

Dále mohou nastat komplikace, jako je tromboembolie, dále ischemie a nekróza břišní stěny. Diagnóza závisí na klinickém vyšetření u pacienta s vysokým inspiračním tlakem, oligurií a pohmatově tuhým břichem, a samozřejmě měření IAP pomocí močového katetru. (Sugerman, Bloomfield a Saggi, 1999)

### **1.4.2.2 Abdominální dekomprese**

Abdominální dekomprese je chirurgická nebo konzervativní léčebná intervence, která slouží k prevenci rozvoje orgánových dysfunkcí a následného multiorgánového selhávání u pacientů s intraabdominální hypertenzí. Pokud vykonáno včas, abdominální dekomprese s cílem snížení intraabdominální hypertenze je asociována s obnovením orgánové funkce a zabráněním ACS. (Fügner a Volnohradský, 2006)

Dle studie Krona, Harmana a Nolana (1984) by pacient měl podstoupit re-exploraci a dekompresi břišní dutiny, pokud brzy po operaci stoupne IAP nad 25 mm Hg a je asociován s oligurií. U 11 sledovaných pacientů způsobilo akutní

zvýšení IAP nad 30 mm Hg po operaci oligurii. U 7 pacientů byla provedena operační re-explorace a dekomprese, která vedla k okamžité diuréze. U 4 pacientů, u kterých nebyla provedena operační re-explorace, se vyvinulo renální selhání končící exitem. (Kron, Harman a Nolan, 1984)

### 1.4.3 Stresová inkontinence moči

Chronicky zvýšený nitrobřišní tlak a vysoké BMI přispívá k výskytu GSUI (genuine stress urine incontinence). U skupiny 136 pacientů byl měřen IAP a silná korelace mezi BMI a IAP byla zjištěna u měření intravezikálně i intravaginálně (0,71 a 0,76 dle PCC – Pearson Correlation Coefficient). Z této skupiny 136 pacientů byli všichni diagnostikováni s poruchami GSUI, ale též dalšími diagnózami (nízký intrauretrální tlak, instabilita detrusoru anebo vážný prolaps). (Noblett, Jensen a Ostergard, 1997)

Toto potvrzuje i další studie, kde ve skupině 368 žen, které byly diagnostikovány s GSUI nebo instabilitou detrusoru, byla zjištěna obezita výrazně častěji než u žen běžné populace. (Dwyer, Lee a Hay, 1988)

### 1.4.4 Výhřezy v pánevní oblasti

Chronicky zvýšený IAP je klinicky významným faktorem při patogenezi prolapsu orgánů pánevní oblasti. Jako rizikové faktory jsou uváděny chronické zácpy, chronický kašel nebo časté zvedání těžkých břemen. Přímá asociace mezi obezitou a prolapsem pánevních orgánů není zřejmá, ačkoli mnoho studií objasnilo, že obezita je jedním z faktorů přispívajících ke stresové inkontinenci. Podobně vliv BMI byl v některých studiích nalezen jako rizikový, u jiných nikoli. Jako rizikové se též objevuje kouření cigaret a chronická obstrukční plicní nemoc (CHOPN). Nicméně je možné, že samotná inhalace tabáku, nikoli zvýšený IAP, může vést ke změnám v oblasti pánevní a k prolapsu. Operační i neoperační řešení by měly spočívat ve snížení chronicky zvýšeného IAP. (Sugrue, 1995; Schaffer, Wai a Boreham, 2005)

Přímý mechanismus, jakým dochází k výhřezu pohlavích orgánů, je neznámý. Uvažuje se o vlivu m. levatoru ani. Pokud má m. levator ani fyziologický tonus, děloha je u ženy vestoje uložena horizontálně. Při sníženém tonu však může dojít ke změně polohy dělohy z horizontální na semivertikální, díky čemuž dojde k zvětšení vchodu do pochvy a žena je predisponována k prolapsu pánevních orgánů. Bez svalové podpory

m. levatoru ani dochází k natahování vazivových struktur pánve, což vede k jejich poškození. (Schaffer, Wai a Boreham, 2005)

### 1.4.5 Hemeroidy

Hemeroidy jsou bohatě prokrvené fibrovaskulární útvary (polštářky), které vznikají následkem dilatace a distenze žil podél análního kanálu. K jejich vzniku vedou stavy zvýšeného IAP, jako je konstipace, namáhavá defekace nebo těhotenství. Vznik choroby podporuje též oslabení okolní podpurné tkáně vlivem věku či genetiky. Hemeroidy hrají zásadní fyziologickou roli v ochraně análních sfinkterů. Usnadňují zavírání análního kanálu během situací se zvýšeným IAP (kašel, kýchání) a přispívají tak k prevenci inkontinence (ke klidovému tlaku análního kanálu přispívají z 15-20 %). Během zvětšení IAP se zvětší tlak ve v. cava inferior, což způsobí, že se tyto vaskulární polštářky „naplní“ a zabrání úniku stolice. Mimo jiné tato tkáň také pomáhá rozlišovat mezi stolicí, tekutinou a plynem v análním kanálu. (Sanchez a Chin, 2011)

### 1.4.6 Kýla

Kýla (hernie) je patologické vakovité vychlípení pobřišnice (peritonea) (Hudák a Kachlák, 2017). Pokud jsou orgány břišní dutiny stále kryty peritoneem, jedná se o kýlu. Nejsou-li jím kryty a je-li v peritoneu trhlina, jde o výhřez (prolaps). Kýly mohou být tzv. vnitřní (nepravé), kdy kýla vzniká vsunutím útrob do otvoru uvnitř břišní dutiny (Novák, 2001), nebo zevní (pravé), viditelné navenek. U kýl popisujeme kýlní vak, dále místo prostupu vaku (kýlní branka) a též kýlní obsah (tvořený útroby) (Vodička, 2014).

Jsou definována přirozená oslabení v oblasti břišní stěny a pánevní oblasti, kde se kýly mohou vyskytovat. V oblasti přední stěny břišní nacházíme kýly v okolí pupku, časté jsou kýly v oblasti linea alba. (Novák, 2001)

Kýly patří mezi častá chirurgická onemocnění, jejich výskyt v populaci je 2-5 % (Vodička, 2014). Mohou být vrozené i získané. Predisponující faktory jsou chabost vaziva (podobné jako pro hemeroidy, prolapsy rekta a dělohy, plochonoží, varixy DKK atd.). Nitrobršní tlak je považován za významný vyvolávající faktor (obstipace, obtížné močení, kašel, kýchání, škytavka, svalová námaha, gravidita, ascites, nitrobršní cysty a tumory aj.). Vliv má též obezita, kachexie, inervační poruchy břišní stěny, poruchy hojení a rané komplikace u jizev, ale i samotná technika uzávěru laparotomie včetně druhu a síly šicího materiálu (Novák, 2001).

### 1.4.7 Gastroesophageální reflux

Gastroesophageální reflux je jednou z nejčastějších poruch gastrointestinálního traktu (odhadem 14-20 % populace) (Kahrilas, 2008). Ojediněle může nastat za fyziologických situací, při zvýšení intraabdominálního tlaku nebo postprandiálně (Duda, 2012). Zpravidla se však jedná se o patologický stav, kdy zpětný tok obsahu žaludku do jícnu působí nepříjemné symptomy, jako je bolest na hrudi a další komplikace (Vakil et al., 2007). „Tlak dolního jícnového svěrače je ovlivněn faktory myogenními, nitrobřišním tlakem, žaludeční distenzí, peptidy, hormony, různými potravinami a léky“ (Vela, Richter a Pandolfino, Dolina, 2015). Jedním z faktorů vzniku GERD je i nadváha a vysoký nitrobřišní tlak. U centrálně obézních jedinců je přítomno vysoké postavení bránice, která tak nemůže plnit dostatečnou sfinkterovou funkci (Bitnar, 2017). Dle Bitnara (2017) přispívá ke zvýšenému IAP „přetížení břišní stěny a její hypertonie u pacientů s nevhodným posilováním“ či naopak „zvýšená kumulace tukové tkáně u pacientů s obezitou“ (Bitnar, 2017).

## 1.5 Význam IAP v rehabilitaci

### 1.5.1 Význam IAP v rehabilitaci bederní páteře

Nitrobřišní tlak je v oboru rehabilitace důležitým fenoménem. Jeho význam je často zkoumán, ale jeho konkrétní funkce zůstává stále nejasná (Stokes, Gardner-Morse a Henry, 2010) a kontroverzní (Mokhtarzadeh et al., 2012). Překážkou v jeho zkoumání je to, že je náročné jej měřit *in vivo*, obzvláště při experimentálních podmínkách. Bylo sice vytvořeno mnoho biomechanických modelů páteře, ale ty jsou často zjednodušené a výsledky studií se pak mnohdy velice liší. Mnoho autorů však již popsalo pozitivní vliv IAP na „spinal stability“ (stabilita páteře) a „spinal unloading“ (volně přeloženo jako „odlehčení páteře“, v češtině se používá většinou tento anglický výraz) (Stokes, Gardner-Morse a Henry, 2010).

Koncept IAP je využíván v mnoha rehabilitačních postupech. Mezi hlavní autory a směry, které popisují blahodárny vliv IAP na stabilizaci páteře, patří Paul W. Hodges (Austrálie), Stuart M. McGill (Kanada) a Pavel Kolář (Česká republika).

#### 1.5.1.1 Spinal unloading

Komplex bederní páteře je uzpůsoben k tomu, aby mohl nést vnější zátěž (*angl.* load). Napětí se přenáší na pevná těla obratlů a relativně elastické disky (White a Panjabi, 1990). Nadměrné mechanické zatížení vede k poškození meziobratlových disků (Adams a Roughley, 2006).

Arshad et al. (2016) na biomechanickém modelu ukázali, že IAP výrazně snížil kompresivní síly na páteř a zároveň snížil potřebu zapojení svalové síly. Někteří autoři ale tvrdí, že nízké hodnoty IAP sice vedou k odlehčení páteře, naopak při maximálních volních manévrech (jako je Valsalvův manévr) je efekt opačný kvůli velké současné koaktivaci svalů (Mokhtarzadeh et al., 2012). Nicméně Stokes, Gardner-Morse a Henry (2010) tvrdí, že extenční „unloading“ efekt IAP je větší než flekční moment vytvořený svaly břišní stěny. Na biomechanickém modelu páteře prokázali, že IAP má efekt nadlehčení páteře ve všech směrech pohybu (Stokes, Gardner-Morse a Henry, 2010).

#### 1.5.1.2 Spinal stability

Spinal stability (stabilita páteře) je vlastnost obratlových struktur udržet jejich kohezi ve všech fyziologických pozicích páteře. Instabilita neboli ztráta stability, je patologický proces, který může vést k dislokaci obratle větší, než jsou jeho fyziologické

limity (Louis, 1993). Další definici nabízí Pope a Panjabi (1985) - stabilita je ovlivněna omezujícími strukturami, které pokud jsou poškozeny nebo laxní, mohou vést ke změně rovnováhy, a tedy k instabilitě. Instabilita je definována jako ztráta pevnosti (Pope a Panjabi, 1985).

Ligamentózní páteř je nestabilní, pokud není podpořena svalovou prací (Crisco et al., 1992). Mnoho studií popisuje spojitost mezi IAP a stabilitou páteře. Není však zcela jasné, jestli stabilitu způsobuje samotný nitrobrišní tlak, nebo aktivita břišních svalů (Hodges et al., 2005). Dle Mokhtarzadeha (2012) samotný IAP bez současné svalové koaktivace není významný. Naopak Hodges et al. (2005) ve své studii prokázal, že IAP zvýšil stabilitu páteře během různých funkčních pohybů i bez současné svalové kontrakce. Zvýšení IAP bylo provedeno pomocí stimulace n. phrenicus bez současné svalové aktivity. Navrhují, že IAP může být výhodný nástroj CNS pro zvýšení stability páteře ve všech směrech (Hodges et al., 2005). Podobně i Stokes, Gardner-Morse a Henry (2010) popisují, že zvýšený IAP zvýšil stabilitu bederní páteře bez ohledu na primárně zapojený sval (Stokes, Gardner-Morse a Henry, 2010).

Hodges et al. (2005) uvádí tři možné mechanismy (detailně popsané níže), jak IAP přispívá k stabilitě páteře. (Hodges et al., 2005)

#### **1.5.1.2.1 Teorie vytvoření „extenčního momentu“**

Tato teorie pracuje s motivem, že nitrobrišní tlak vytváří sílu kaudálně proti pánevnímu dnu a kraniálně proti bránici, a tím vytváří „extenční moment“ páteře. (Hodges et al., 2005)

Samostatný IAP nevytváří sice extenzi páteře, nicméně je spojen s antagonistickou souhrou flexorů a extenzorů, která zvyšuje stabilitu a pevnost páteře (Hodges et al., 2005). Navíc dle Daggfeldta a Thorstenssona (1997) by tento mechanismus mohl pomoci snížit zatížení bederní páteře i nepřímo tím, že díky vytvoření momentu extenze se sníží potřeba zapojení extenzorů páteře (Daggfeldt a Thorstensson, 1997). Toto tvrzení podporují i autoři Cholewicki, Juluru a McGill (1999). Dle nich je IAP přítomen při pohybech, které vyžadují sílu trupu do extenze (zvedání břemen, skákání) a dokáže zvýšit stabilitu páteře bez současné koaktivace erektorů páteře (Cholewicki, Juluru a McGill, 1999).

Aby bylo docíleno co největšího možného odlehčení, musí být průřez natlakovaného sloupce co největší. Jinými slovy „strop“ a „dno“ (tedy bránice a pánevní dno) musí být přesně naproti sobě (Daggfeldt a Thorstensson, 1997). Toto horizontální



postavení je vnímáno jako výhodné (Kolář a Lewit, 2005). Naopak hypelordóza bederní páteře spojena s anteverzí pánve vede ke snížení efektivního prostoru a tím snížení efektu IAP, který by mohl nadlehčit páteř. Nicméně Tveit et al. (1994) popisují, že bederní lordóza je biomechanicky výhodnější pro délku páky končetiny, čímž jiným mechanismem snižuje potřebu extenzorů páteře vyvinout sílu, a tím odlehčuje bederní páteři (Tveit et al., 1994).

Aby mohl IAP efektivně nadlehčit bederní páteř, musí být přenesen z natlakovaného sloupce a bránice přes hrudní koš na páteř. Toto je možný důvod pro aktivaci interkostálních svalů během zvedání břemen (Morris, Lucas a Bresler, 1961). Interkostální svaly zpevní hrudní koš a usnadní přenos sil a momentů na páteř (Daggfeldt a Thorstensson, 1997).

#### **1.5.1.2.2 Teorie omezení intervertebrální rotace a translace**

Ve studii McGilla a Normana (1987) byla vyslovena teorie, že zvýšený IAP zvyšuje stabilitu bederní páteře tím, že omezuje intervertebrální rotaci a translaci. Dle této úvahy pomáhá IAP udržet správné postavení pohyblivých částí páteře tím, že minimalizuje nebo dokonce zcela eliminuje i velice malé pohyby střížných sil v oblasti facetových kloubů. Tato hypotéza by mohla být možnou příčinou, proč pacienti, kteří jsou nuceni se hýbat i při těžkých bolestech bederní páteře, zadržují dech. (McGill a Norman, 1987)

#### **1.5.1.2.3 Teorie zamezení zkrácení svalů kolem bříšní dutiny**

Dle této teorie by nitrobrříšní tlak mohl udržovat „hoop-like“ (kruhovitý) tvar svalů kolem bříšní dutiny, zamezovat tak jejich zkrácení a „kolapsu“ směrem do bříšní dutiny, což by mohlo zhoršovat jejich schopnost kontrakce. (Farfan, 1973; McGill a Norman, 1987)

#### **1.5.1.3 Vliv směru svalových vláken na IAP**

Dle některých autorů mají svaly bříšní dutiny různou schopnost vytvářet IAP a podílet se na odlehčení páteře. Arjmand, Shirazi-Adl a Parnianpour (2012) seřadili svaly dle jejich schopnosti vytvořit IAP sestupně jako: m. TA, m. OIA, m. OEA, m. RA, m. ES a m. LAT, závislé na jejich průřezu a orientaci (Arjmand, Shirazi-Adl a Parnianpour, 2012). Horizontální průběh svalových vláken (tedy m. TA a m. OIA) se podílí na vytvoření IAP a odlehčení páteře nejvíce. Vlákná do 60° sklonu mohou též v některých situacích mít efekt na unloading páteře (m. OEA), ale aktivace svalů s vlákny

nad 60° (m. ES, m. RA, m. LAT) nepřispívá ke generaci IAP, a tedy odlehčení páteře. Naopak tyto svaly mohou přidat více zátěže kvůli jejich kaudálnímu směru vláken (Mokhtarzadeh et al., 2012). Daggfeldt a Thorstensson (1997) navíc popisují, že m. TA je aktivován během submaximálních kontrakcí, ale svaly, které mají šikmější vlákna, pomáhají vytvořit IAP až při úsilích bližších maximu. Zajímavé je, že aktivita m. transversus abdominis není závislá na směru pohybu, na rozdíl od ostatních svalů trupu (Hodges a Gandevia, 2000).

#### **1.5.1.4 Svalová stabilizace bederní páteře**

Bolesti bederní páteře jsou jedním z nejčastějších důvodů návštěvy lékaře a druhý nejčastější důvod pracovní neschopnosti (Deyo et al., 1991). Přestože většina syndromů low back pain (bolestí bederní páteře) není přesně diagnostikovaná, ukazuje se, že klíčovou roli v terapii hraje svalová koaktivace a ideální souhra v oblasti trupu (Adams a Dolan, 1995; Cholewicki a McGill, 1996; Gardner-Morse a Stokes, 1998).

Senzo-motorická kontrola stability bederní páteře je zajištěna globální souhrou trupových svalů. Obecně je můžeme anatomicky dělit do čtyř skupin:

- 1) Lokální paravertebrální svaly, které přímo stabilizují jednotlivé segmenty páteře.
- 2) Globální, polysegmentální paravertebrální svaly, které vyvažují externí zátěž.
- 3) Svaly, které přispívají k vytváření IAP, a tím ke globální stabilizaci páteře.
- 4) Svaly, které facilitují tlak skrz fasciální systém v oblasti páteře. (Ebenbichler et al., 2001)

Dysfunkci hlubokých stabilizačních svalů páteře hodnotí autoři Barr, Griggs a Cadby (2005) jako klíčovou v rozvoji LBP. Zatímco hluboké stabilizační svaly by měly zajišťovat pevnost páteře ve všech směrech pohybu, povrchové svaly mají více specifické funkce v závislosti na směru pohybu. Právě změna v aktivaci a koordinaci hlubokých a povrchových svalů trupu může měnit zatížení a dynamiku páteře a vést k LBP (Barr, Griggs a Cadby, 2005). Doporučenou léčbou je trénink motorické kontroly, který by navodil správnou koaktivaci mezi svaly hlubokými a povrchovými (Tsao et al., 2010; Kuukkanen a Mälkiä, 2016). Deficity ve stabilizaci bederní páteře jsou většinou svalového nebo neurálního původu (nikoli strukturálního – poruchy páteře), proto právě správně zvolená pohybová léčba je primární volbou terapie (Barr, Griggs a Cadby, 2005).

## **1.5.2 Význam IAP v rehabilitaci dalších onemocnění**

### **1.5.2.1 IAP v respirační fyzioterapii**

Nitrobršní tlak též zřetelně ovlivňuje funkci respiračního systému (Pelosi, Quintel a Malbrain, 2014). Ve studii dle Eunyonga a Hanyonga (2013) se prokázalo, že při cíleném posilování m. transversus abdominis, který má úzkou souvislost s bránicí, lze docílit zvýšených dechových objemů a zvýšené dechové kapacity (Eunyoung a Hanyong, 2013). Aktivita m. transversus abdominis je modulována v závislosti na respirační funkci i funkci posturální. Takové změny nebyly viděny na EMG žádných jiných bršních svalů (Hodges a Gandevia, 2000).

Lumbální úpony bránice (crura diaphragmi) hrají významnou roli ve svěračové funkci bránice, která je potřebná pro vznik IAP. Při nádechu dochází ke kontrakci této části bránice a ke zvětšení IAP a dechového objemu. DePalo et al. (2004) popisují, že hloubka dechu je přímo úměrná kontrakci crura diaphragmi. (DePalo et al., 2004)

### **1.5.2.2 IAP v léčebné rehabilitaci GERD**

Léčebná rehabilitace u GERD (gastroesophageal reflux disease) je „ideálním pomocníkem a leckdy jedinou kauzální léčbou u pacientů s GERD“ (Bitnar, 2017). „Funkční změny bránice, jakými je například porušený dechový vzor, oslabení či bolestivé spasmy (TrPs – trigger points) ovlivňují přímo samotnou funkci dolního jícnového svěrače“ (Bitnar, 2017).

Z hlediska režimových opatření je velmi důležitá poloha těla a vyvarování se pohybů, jež zvyšují intraabdominální tlak (Kaltenbach, Crockett a Gerson, 2006). Dále je třeba omezit předklony, zvedání břemen, či jiné zvýšení IAP (utažený pásek, těsné oblečení) (Lukáš, 2003; Bitnar, 2017).

### **1.5.2.3 IAP ve fyzioterapii pánevního dna**

Svaly pánevního dna se kontrahují a zvyšují intravaginální tlak při aktivitách, kdy je zvýšen nitrobršní tlak. Přispívají tak k udržení pozice pánevních orgánů, uzavírání uretry, a tedy udržení kontinence (Sapsford a Hodges, 2001). Dle Sapsforda a Hodgese (2001) tlaková odpověď naměřená intravaginálně chronologicky předchází zvětšení IAP, což naznačuje, že vaginální a anální tlaky nejsou čistě přenesenými tlaky z bršní dutiny (Sapsford a Hodges, 2001). Podobné výsledky potvrdila i jiná studie. Svaly pánevního dna se aktivovaly před začátkem anticipovaného pohybu končetinou. Tato aktivita byla

tonická s fázickými nárůsty při změně frekvence pohybu končetiny (Hodges, Sapsford a Pengel, 2007).

Je nyní známo, že svaly PD se neaktivují izolovaně, ale společně v koordinaci s bříšními svaly. Junginger et al. (2010) popisují, že maximální kontrakce svalů PD je asociována s aktivitou všech bříšních svalů, které zvyšují IAP (Junginger et al., 2010). Podobně Sapsford a Hodges (2001) na EMG zjistili, že aktivita svalů PD je stejná při a) maximální volní kontrakci PD i při b) silné volní kontrakci bříšních svalů. Aktivita konkrétních svalů pánevního dna se ale může lišit dle konkrétní situace. Například aktivita m. pubococcygeus je zvýšena během kašláni, zatímco m. puborectalis se aktivuje při zvedání břemen (Sapsford a Hodges, 2001).

Právě koordinace všech svalů a jejich timing (načasování) hrají klíčovou roli ve správné funkci pánevního dna. Na vytvoření intravaginálního tlaku se podílí nejen svaly PD, ale též m. TA, m. OIA a m. RA. Odlišné je však jejich zapojení v čase. Na iniciální fázi nárůstu tlaku se podílí pouze PD, svaly bříšní stěny se aktivují později. U m. OEA nebylo potvrzeno, že by přispíval k vytvoření intravaginálního tlaku (Madill a McLean, 2006). Naopak Junginger et al. (2010) ve své studii popisují, že ženy s GSUI mají vyšší aktivaci m. OEA během volní kontrakce svalů PD (Junginger et al., 2010).

Namáhavá fyzická aktivita je spojována s dysfunkcemi pánevního dna u žen (Shaw et al., 2014). Tato definice je však velice zjednodušující, protože stejná pohybová aktivita může způsobit diametrálně jiný vzestup intravaginálního tlaku u každé ženy. S nižším profilem perineálního tlaku souvisí vyšší pravděpodobnost stresové inkontinence a dysfunkce pánevního dna (da Silva Borin, Nunes a de Oliveira Guirro, 2013). Dalším individuálním faktorem je to, jestli sportovní aktivity atletického rázu pomáhají předcházet problémům PD díky tréninku svalové síly, nebo naopak způsobují problémy kvůli přetížení (O'Dell et al., 2007).

#### **1.5.2.3.1 Užití Valsalvova manévru ve fyzioterapii pánevního dna**

Jak již bylo zmíněno v teoretické části práce, definice Valsalvova manévru není jednotná. Dle Talasz, Kofler a Lechleitner (2011) je VM často zaměňován se Straining manévrem, ačkoli tyto dva manévry reflektují dva různé pohybové vzorce, které se odvíjí od dvou různých respiračních vzorců a které vedou k různým pozicím a úkonům bránice a svalů pánevního dna. (Talasz, Kofler a Lechleitner, 2011)

Kokontrakce svalů pánevního dna během VM utlačuje uretru a elevuje pánevní dno s cílem vytvořit odpor proti zvyšujícímu se IAP a podpořit kontinenci a anatomickou

pozici pánevních orgánů. Proto, v rozporu s běžnou praxí, řádně instruovaný a provedený VM chrání svaly pánevního dna proti vysokému IAP a není vhodným provokačním manévrem pro únik moči nebo pokles pánevních orgánů. (Talas et al., 2012)

Popsané chybné chápání VM vychází např. z výsledků studie Thompson et al. (2006). Dle této studie správná kontrakce svalů pánevního dna spočívá v elevaci báze močového měchýře, kterou je možno vidět na ultrazvuku a kterou je možno udržovat během dýchání. Oproti tomu je VM definován jako „maximal straining effort“ (maximální snaha o vyvinutí tlaku) se silovým výdechem proti zavřené glottis, jehož výsledkem je pokles močového měchýře pozorovatelný na ultrazvuku (Thompson et al., 2006). Podobně je VM popisován jako „silový výdech proti zavřené glottis“ i v další studii (Hodges, Sapsford a Pengel, 2007).

#### **1.5.2.4 Valsalvův manévr v silovém tréninku**

Během VM dochází k velkému zvýšení IAP a je proto využíván v silovém tréninku při zvedání břemen ke zvýšení stability páteře. Podobně jako nošení břišních pásů vede pravděpodobně ke zlepšení výkonu během samotného zvedání břemene. VM se zdá být přirozeně se objevující reflexní odpovědí při zvedání těžkých břemen a měl by být využíván jako prevence úrazů bederní páteře. (Hackett a Chow, 2013)

Provedení VM je však spojeno s hemodynamickými změnami, které mohou zvýšit zdravotní rizika u silových sportovců, kteří jsou náchylní k cerebrovaskulární chorobě, kardiovaskulární chorobě a kýlám (Hackett a Chow, 2013). McGill a Norman popisují (1987) tento negativní jev asociovaný s VM jako zhoršení žilního návratu spojeného s následným „šokem“ po uvolněním tlaku. Dle autorů by tento jev mohl být vysvětlením pro náhlé srdeční příhody během namáhavé činnosti, jako je např. odhazování sněhu (McGill a Norman, 1987).

Pokud jsou začínající závodníci před začátkem tréninku zdravotně vyšetřeni, může jim být VM doporučen, ale neměl by být prováděn na delší dobu než tři vteřiny. Byly však zjištěny tréninkové adaptace, které zmenšují potenciální zdravotní a bezpečnostní rizika. Začínající závodníci by tedy měli začínat se silovým tréninkem, kde je možno VM vynechat, nebo se zátěží do 80 % jedné RM (one-repetition maximum). Neměli by cvičit do volní únavy a pomalu zvyšovat intenzitu, a to včetně užití VM. Ve studii, která porovnávala sportovce s běžnou populací, během Valsalvova manévru byl u skupiny atletů naměřen výrazně větší IAP a též větší síla ve flexi trupu, což naznačuje jistou adaptaci na využití VM v silovém tréninku. (Hackett a Chow, 2013)

### 1.5.2.5 IAP jako kontraindikace

Výše uvedené hemodynamické změny při VM jsou uváděny i v dalších zdrojích a potvrzují možné komplikace v důsledku zvýšeného IAP (např. ve formě VM či jiných forem využití ve fyzioterapii). Akutně zvýšený IAP způsobuje zvýšení intrakraniálního tlaku a snížení tlaku mozkové perfuze. Tento efekt zřejmě nastává zvětšením pleurálního tlaku a dalších intratorakálních tlaků, které způsobí funkční obstrukci mozkovému venóznímu odtoku skrz jugulární venózní systém. Je možné, že stejný fenomén je důvodem, proč se u lidí s chronicky zvýšeným IAP (obézní a těžce nemocní pacienti) často vyskytuje idiopatická intrakraniální hypertenze (Bloomfield et al., 1997). Studie, která zkoumala vztah ICP a IAP, doporučuje brát v potaz hladinu IAP a polohování pacienta, pokud je pacient s poraněním hlavy, cerebrálními aneurysmaty a dalšími stavy spojenými se zvýšeným ICP, indikován k laparoskopické operaci (Rosenthal et al., 1997). I malé zvýšení IAP je asociováno se zvýšením ICP a snížením perfuzního tlaku mozku u ventilovaných pacientů s netraumatickým poraněním mozku (Deeren, Dits a Malbrain, 2005).

## 2 METODIKA

Měření a terapie pro tuto bakalářskou práci probíhaly v období září 2019 – leden 2020 v Centru pohybové medicíny Pavla Koláře. Pro tuto práci byl vybrán pacient s bolestmi bederní páteře po proběhlém radikulárním syndromu. Pacient byl před terapií klinicky vyšetřen rehabilitačním lékařem, fyzioterapeutem a též pomocí přístroje DNS Brace, který snímá velikost expanze bříšní stěny a nepřímo měří vzestup nitrobrříšního tlaku (současně s touto prací probíhá i výzkum diplomové práce, kde byla potvrzena korelace mezi měřením IAP přístrojem DNS Brace s měřením intrarektálně). Po čtyřměsíční terapii zaměřené na optimalizaci trupové stabilizace s využitím nitrobrříšního tlaku byla opět provedena jednotlivá vyšetření s cílem objektivizovat výsledek terapie.

### 2.1 Terapie

Terapie probíhaly pod vedením Mgr. Jakuba Nováka v Centru pohybové medicíny Pavla Koláře. Pacient docházel na 60 minut dlouhé terapie jednou týdně, celkem absolvoval šestnáct terapií. Při úvodních terapiích byly provedeny techniky manuální medicíny z důvodu snížení bolesti a eutonizace měkkých tkání. Hlavním cílem další terapie byla reedukace pohybových vzorů, které pacient (vrcholový sportovec) využívá během tréninku. Nejdůležitější součástí terapie byla optimalizace práce trupového svalstva a stabilizace bederní páteře pomocí metody DNS (viz níže). Konkrétní cviky jsou popsány a zdokumentovány v kazuistice níže. Pacient byl zacvičen a edukován o aplikaci principů z terapie do svého sportovního tréninku.

#### 2.1.1 DNS

Metoda DNS (Dynamická neuromuskulární stabilizace) je diagnosticko-terapeutický koncept, který vychází z vývojové kineziologie. Přináší ucelený náhled na principy fungování pohybového systému, jeho vývoj, řízení a příčiny vzniku poruch. Vychází z klíčových poznatků, že vývoj pohybových funkcí je založen na dozrání CNS, vývoj anatomických struktur úzce souvisí s vývojem pohybových funkcí a že pohyb je odrazem funkce CNS. Mezi hlavní cíle DNS patří centrovaný segment, vyvážená a koordinovaná aktivita svalů, ekonomicky prováděný pohyb a optimální program řízení (Kolář, 2009; Kobesová a Kolář, 2014).

Základním předpokladem pro ekonomicky prováděný pohyb je správná stabilizace trupu. Podle konceptu DNS je hlavním stabilizátorem páteře intraabdominální tlak. Je vytvořen koaktivací svalů trupu a páteře (bránice, svaly trupu, pánevní dno). Při nesprávné koaktivaci těchto svalů dochází k posturální instabilitě a následně k decentraci segmentů, nadměrné a jednostranné aktivitě určitých svalů, které vedou k funkčním i morfologickým změnám (Kolář, 2009; Kobesová a Kolář, 2014). Uvedené testy a terapeutické pozice byly konzultovány s Mgr. Jakubem Novákem.

## 2.2 DNS Brace

DNS Brace je diagnosticko-terapeutický přístroj, který měří velikost IAP na podkladě snímání expanze břišní stěny. Vychází z předpokladu, že nitrobrišní tlak se úměrně zvětšuje s expanzí břišní stěny. Expanze břišní stěny je snímána pomocí čtyř senzorů umístěných na plastové trupové ortéze. Vnější plocha senzorů má kulovitý tvar, který umožňuje jejich zanoření do měkkých tkání. Povrch senzorů je vyroben ze silikonu, který má relativně stále mechanické vlastnosti. Vnitřní plocha senzoru je tvořena tlakovou vzduchovou komorou, která při deformaci vnější plochy senzoru snímá změny hydraulického tlaku. Tato komora je propojena kapilární silikonovou hadičkou s digitálním tlakovým senzorem. Při expanzi břišní stěny se zvyšuje IAP, ten je monitorován skrz tlakový senzor a hodnota tlaku se přenáší hadičkou na digitální senzor. Z digitálního senzoru se pomocí podpůrné elektroniky převádí tlakový údaj v kPa do číselné a grafické podoby. Data jsou automaticky exportována systémem Bluetooth do mobilního telefonu nebo PC. Systém DNS Brace je nekovový a byl vyvinut tak, aby jej bylo možno využít simultánně při vyšetření CT, RTG, MRI, EMG atd. Pomůcku je možné využít v terapii jako biofeedback pro terapeuta i pacienta.



Obrázek 4 - DNS Brace (zboku)



*Obrázek 5 - DNS Brace (zezadu)**Obrázek 6 - DNS Brace (zepředu)*

### 2.2.1 Průběh měření

Měření probíhalo autorem bakalářské práce. Trupový korzet byl připevněn na sedícího pacienta tak, aby byly tlakové senzory bilaterálně opřeny v oblasti trigonum lumbale superius a v oblasti tříselného vazů. Korzet je třeba před začátkem měření utáhnout tak, aby se hodnoty tlaku na jednotlivých senzorech pohybovaly v rozmezí 20-40 kPa. Upravit se dá též vzdálenost jednotlivých senzorů od břišní stěny. Tento postup upevnění zaručuje přesné měření, ale zároveň neomezuje břišní stěnu v expanzi.

### 2.2.2 Měřené situace

Byla měřena míra a distribuce aktivity břišní stěny v 10 s trvajících intervalech ve třech různých posturálních situacích. Výchozí pozicí pro všechna měření je vzpřímený sed s chodidly opřenými o zem na šířku pánve, s kyčelními klouby nad úroveň kolenních kloubů. Při situaci č. 3 (resp. při bráničním testu) požadujeme, aby proband provedl protitlak s roztažením dolní části hrudníku a břišní dutiny. Je přitom nutné, aby byla během vyšetření páteř celou dobu v napřimeném držení, nesmí se kyfotizovat v hrudní oblasti. V místech dotykových ploch senzorů nastává expanze břišní stěny, rozšiřuje se obvod pasu a tím vzniká tlak na dotykové plochy tlakového senzoru.

#### 1. Situace: Klidové dýchání vsedě.

Proband měl za úkol sedět ve výchozím nastavení a dýchat přirozeným způsobem bez jakýchkoliv dalších instrukcí. Pro tuto situaci budeme dále v textu používat zkratku klidové dýchání (KD).

## **2. Situace: Dýchání se statickou externí zátěží vsedě.**

Proband držel činku vážící 20 % jeho hmotnosti v předpažených horních končetinách s lokty flektovanými v úhlu 90° a při tom dýchal bez instrukcí. Pro tuto situaci budeme dále v textu používat zkratku externí zátěž (EZ).

## **3. Situace: Cílené zvýšení intraabdominálního tlaku ve spojení s dechovou funkcí po instrukci terapeuta.**

Proband byl vyzván, aby během inspiria i expiria vytvářel tlak břišní stěnou proti všem 4 sensorům. Pro tuto situaci budeme dále v textu používat zkratku brániční test (BT).

### **2.2.3 Vyhodnocení**

Každá situace byla měřena po dobu cca 30 s a pro vyhodnocení jsme využili interval blízký se 10 vteřinám. Začátek a konec měření jsme ve vyhodnocení vynechali z důvodu neustálené reakce břišních svalů. Hodnoty ze všech čtyř sensorů jsme následně zprůměrovali do jedné hodnoty. Tato hodnota nám umožňuje hodnocení celkové expanze břišní stěny a potlačuje případné drobné rozdíly v upevnění jednotlivých sensorů. Měření začalo v preinspirační pauze prvního vyhodnoceného nádechu a končilo na konci posledního vyhodnoceného výdechu. Z těchto přibližně desetisekundových intervalů jsme vypočítali průměrnou hodnotu pro danou posturální situaci a daný časový úsek u daného probanda. Změřené hodnoty byly zpracovány a převedeny do tabulky.

### **2.3 Subjektivní hodnocení bolesti dle VAS**

Hodnocení bolesti pacienta bylo zaznamenáno na vizuální analogové škále (VAS) před terapií a po terapii. Vizuální analogová škála je horizontální čára (dlouhá 10 cm) se slovními popisky hodnotícími bolest. Na jejím levém konci je popisek: žádná bolest, na pravém konci je popisek: nejhorší možná bolest. Pacient ukáže na přímce místo, které charakterizuje intenzitu jeho bolesti (Červený, 2008; Plevová a Slowik, 2010).

### 3 KAZUISTIKA

Součástí kazuistiky je anamnéza, vstupní kineziologický rozbor, krátkodobý a dlouhodobý rehabilitační plán, cíl terapie a výsledky měření přístrojem DNS Brace před terapií. Dále je zde popsán průběh terapie a výsledky terapie (výstupní kineziologický rozbor a výsledky měření přístrojem DNS Brace po terapii).

**Pacient:** J. B.

**Narození:** 2001

**Diagnóza:** VAS LSp s iritačně-zánikovým kořenovým syndromem L5 sin.

#### 3.1 Anamnéza

**NO:** Příprava na ME v kanoistice, začátkem července 2019 se pacient po předklonu již nemohl narovnat pro lumbalgie. Vyšetřen neurologem ve Spálené ulici (Praha), kde i infusní a analgetické terapie – dle pacienta bez efektu. Neurologem objednan na MRI LSp a mozku – termíny zajištěny 18. a 23. 8. 2019. Lumbalgie VAS 5/10, nebudí, provokuje předklon. Postupně se přidaly spíše parestezie, než bolesti v kořenové projekci L5 sin. až do palce. Bříšní lis negativní, sfinktery intaktní.

**OA:** Diabetes 0, ICHS 0, Hypertenze 0, GERD dříve, nyní klidné

**RA:** nevýznamná

**FA:** 0

**AA:** 0

**SA:** Student ekonomického lycea

**SPA:** Vrcholový sportovec, reprezentant ČR v kanoistice (trénink 5x týdně 4 h denně – 2 h veslování, 2 h posilovna)

**Operace, úrazy:** 0

**Abusus:** 0

**MRI:** přechodný typ obratle LS. Suspektní sakralizace L5. Zúžení páteřního kanálu v úrovni široce mediodorsálně se vyklenující ploténky L4/5 s přesahem do cca 3 mm. nevelkých dorsálních a posterolaterálních osteofytů lokalizovaných na přilehlých hranách korespondovaných obratlových těl při počáteční deformační spondylose a mírně hypertrofické intervertebrální skloubení L4-S1 bilaterálně při spondylartrose.

## 3.2 Vstupní fyzioterapeutické vyšetření

### 1) Aspekce stoje

Předsun hlavy, výrazná protrakce a vnitřní rotace ramen, kyfotizace Th/L přechodu. Zvýšená lordotizace v L/S přechodu, inspirační postavení hrudníku, hyperaktivita horní porce m. rectus abdominis, konkavita v tříselech, naznačen syndrom přesýpacích hodin, výrazný hypertonus paravertebrálních svalů více sin., anteverze pánve (viz obrázky 7, 8, 9).



Obrázek 7 - Aspekce stoje  
zepředu (před terapií)



Obrázek 8 - Aspekce stoje zezadu  
(před terapií)



Obrázek 9 - Aspekce stoje z boku  
(před terapií)

### 2) Palpace

Hypertonus v oblasti m. rectus abdominis a extenzorech páteře v oblasti Th/L přechodu. Dále hypertonus v m. iliopsoas a m. rectus femoris bilaterálně.

### 3) Dynamické vyšetření

Cp bez výraznějšího omezení, Thp se nerozvíjí do extenze zejm. v horním a středním úseku, omezená rotabilita Th páteře. Lp omezené rozvíjení do anteflexe, ale Thomayer k zemi, Lasègue neg.

#### 4) Vyšetření dle konceptu DNS

Pacient byl vyšetřen pomocí tří testů dle konceptu DNS.

V **Bráničním testu** pacient není schopný aktivovat dorsolaterální část břišní stěny proti tlaku terapeuta, chybí laterální rozšíření dolní části hrudního koše, kraniální migrace žeber, kyfotizace v Th páteři, sledujeme souhyb ramen a lopatek.

Při **Testu nitrobřišního tlaku vleže** nadměrná aktivita horní části m. rectus abdominis, nedostatečná aktivita svalů v oblasti dolního poloviny břišní stěny, migrace umbiliku kraniálně, inspirační postavení hrudníku, konkavity břišní stěny v oblasti nad úroveň tříselného kanálu, aktivita m. rectus femoris bilaterálně, protrakce ramen (viz obrázek 10).



Obrázek 10 - Test nitrobřišního tlaku vleže (před terapií)

V **Testu medvěda** kyfotizace Th páteře, retroverze pánve, zvýšená aktivita horních fixátorů hrudníku a prsních svalů, opora na laterální části dlaní (viz obrázek 11).



Obrázek 11 - Test medvěda (před terapií)

### 5) Vyšetření tréninkových pohybových stereotypů

Pacient je aktivní vrcholový sportovec (reprezentant ČR v kanoistice), a proto byly vyšetřeny pohybové stereotypy, které využívá při tréninku a závodech. Pro jeho tréninkové zatížení je typický sed v kánoi. Zde vidíme stejné patologické vzory jako v DNS testování. Sledujeme nedostatečné napřímění bederní páteře, nedostatečné napřímění a rotabilitu hrudní páteře, protrakci hlavy a ramen – decentrace lopatek. Chybí dobrá trupová stabilizace s využitím nitrobršního tlaku (viz obrázky 12 a 13).

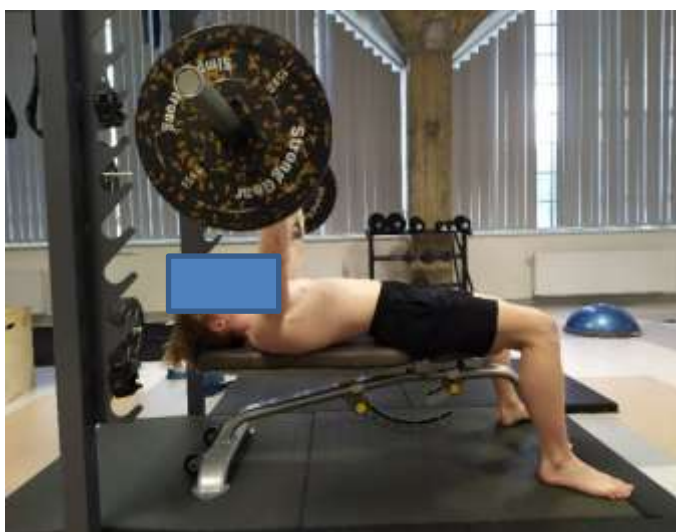


Obrázek 12 - Sed v kánoi (před terapií)



Obrázek 13 - Sed v kánoi se zapojením HKK (před terapií)

Součástí pacientova tréninkového režimu jsou i silově – kondiční tréninky v posilovně. Při provedení cviku „bench press“ (viz obrázek 14) hodnotíme nedostatečnou trupovou stabilizaci, decentrované extenční nastavení bederní páteře, neekonomické pro práci trupu a horních končetin. Při provedení shybu (viz obrázek 15) vidíme elevaci a decentraci lopatek a zároveň instabilitu v bederní páteři, přetížení paravertebrálních svalů v hrudní a bederní oblasti.



Obrázek 14 - Bench press (před terapií)



Obrázek 15 - Shyb (před terapií)

### **3.3 Subjektivní hodnocení bolesti dle VAS před terapií**

Pacient hodnotí bolestivost číslem 5 na VAS (vizuální analogová škála).

### **3.4 Krátkodobý rehabilitační plán**

Analgetické a relaxační techniky. Relaxace hypertonických svalových skupin, protažení zkrácených svalových skupin, mobilizace páteře, nácvik bráničního dýchání a trupové stabilizace k urychlení zhojení poraněného segmentu a možnosti pohybu v rámci ADL bez bolesti. Nácvik napřímění v bederní a hrudní páteři a izolovaný pohyb kyčelních kloubů vůči pánvi. Reedukace pohybových stereotypů v nezáteřových situacích – jako příprava k návratu do sportovních aktivit.

### **3.5 Dlouhodobý rehabilitační plán**

Zapojení vhodných pohybových stereotypů do pacientova tréninkového zatížení (opora o DKK, napřímění hrudní páteře, napřímění a rotabilita hrudní páteře, správná trupová stabilizace s využitím koaktivace bránice, bříšních svalů a svalů pánevního dna, centrace lopatek a izolovaný pohyb v kyčelních a ramenních kloubech).

### **3.6 Cíl terapie**

Snížení bolesti a projevů kořenové iritace, zahojení poškozené části páteře. Reedukace pohybových stereotypů, které pacient používá během tréninku několik hodin denně. Postupné zvyšování zátěže až do plného tréninkového zatížení, zátěž bez bolesti, prevence remise potíží nebo dalšího zranění.

### **3.7 Terapie**

Úvod terapie byl zaměřen na manuální ošetření trigger pointů a blokády v oblasti trupu. Hlavní částí terapie byl nácvik správné trupové stabilizace s využitím nitrobrříšního tlaku pro stabilizaci bederní páteře v poloze 3M a vsedě. Dalším cílem bylo napřímění v oblasti bederní a hrudní páteře a nácvik izolovaného pohybu v kyčelních a ramenních kloubech vůči trupu.

Tyto principy byly trénovány nejprve ve vývojových pozicích s vlastní vahou a převážně ve statickém provedení. V další fázi byly postupně přidány dynamické varianty cviků a v závěru rehabilitace i cviky v posilovně s externími váhami v podobě činek a kladek. Podobně byl pacient byl zaučen i do autoterapie. Nejprve cvičil doma s vlastní vahou, později v posilovně a v konečné fázi terapie též absolvoval tréninky

v lodi. Pacient byl poučen o modifikaci cviků a možnostech převedení naučených principů z terapie do tréninku.

### **V terapii jsme využívali především tyto pozice DNS:**

- 1. DNS 3M supinační** – leh na zádech, trojflexe DKK, neutrální postavení hrudníku a pánve, horní končetiny volně podél těla, nácvik sagitální stabilizace. V této pozici byly přidány též modifikace cviku s rotační a torzní složkou páteře.
- 2. DNS 6M pronační** – klek na čtyřech, opora dlaní se oddálí od opory na kolenu přibližně o délku dlaně, náklon trupu nad oporu dlaní, pohyb jen v kořenových kloubech, zápěstích a kolenních kloubech až do pozice, kdy osy femurů a trupu jsou v jedné linii.
- 3. Volný sed** – v pozici volného sedu dbáme na nastavení hrudníku vůči pánvi, distribuce nitrobřišního tlaku, centrace lopatek. Na tuto pozici navazoval též nácvik rotace v sedě (významné při záběru v kánoji).
- 4. Medvěd** – vychází z polohy na čtyřech, vzdálenost chodidel a dlaní na šířku ramen, opora nohou o špičku, osa kolene nesmí předbíhat špičku, mírná flexe kolenních kloubů, centrace všech kloubů končetin, napřímění páteře, hrudník a pánev v neutrálním postavení.
- 5. Squat** – stoj s oporou o celé plošky vzdálené minimálně na šířku pánve, provádíme pomalý dřep, při kterém osa kolen nepřekročí osu prstců a páteř zůstává v průběhu celého pohybu napříměna.

### **Dále jsme využívali tyto pozice v posilovně, které jsou součástí pacientova silově – kondičního tréninku:**

- 1. Bench-press** – soupažný tlak v lehu na rovné lavici s velkou činkou. Činka je držena nadhmatem v napjatých pažích, kontrolovaně se spustí k hrudníku a následuje dynamický zdvih opět do napnutých paží.
- 2. Shyb** – přitáhnutí se rukama z volného visu na hrazdě nahoru tak, aby se dostala brada nad úroveň hrazdy.
- 3. Veslování** – nácvik správného záběru na veslovacím trenažeru.
- 4. Mrtvý tah** – cvik je prováděn zvednutím obouručně velké činky ze země z mírného podřepu a narovnaným trupem.



### 3.8 Výstupní fyzioterapeutické vyšetření

#### 1) Aspekce stoje

Pacient má napříměnou hrudní páteř, pánev je v neutrálním postavení, hrudník již není v nádechovém postavení a ramena nejsou v elevaci, došlo k rozšíření dolní hrudní apertury a snížení tonu m. rectus abdominis. Celkově se pacient naučil lépe relaxovat.



Obrázek 16 - Aspekce stoje  
zepředu (po terapii)



Obrázek 17 - Aspekce stoje  
zezadu (po terapii)



Obrázek 18 - Aspekce stoje  
zboku (po terapii)

#### 2) Palpace

V oblasti trigonum lumbale superius a tříselných vazů můžeme palpovat správný dechový stereotyp, hypertonus paravertebrálních svalů již není tak výrazný. Normotonus m. rectus abdominis.

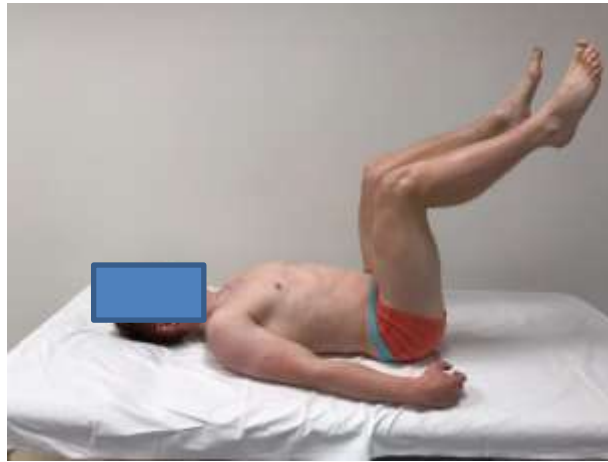
#### 3) Dynamické vyšetření

Thp a Lp se rozvíjí do flexe a extenze ve všech úsecích, rotabilita Th páteře v normě, Thomayer k zemi, Lasègue neg.

#### 4) Vyšetření dle konceptu DNS

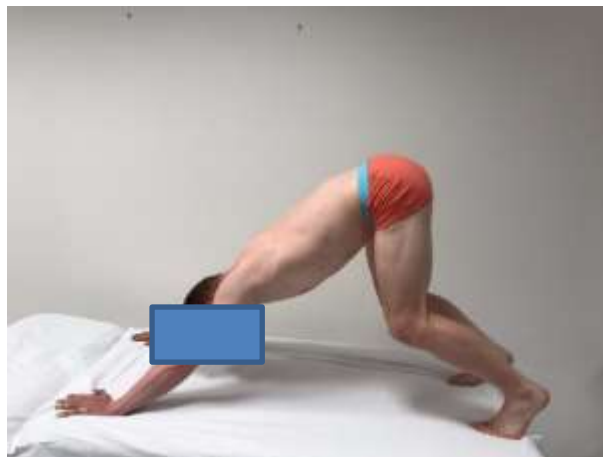
V **Bráničním testu** se dolní žebra se při nádechu pohybují laterálně, mezižeburní prostory se rozšiřují, napřímení páteře během celého provedení testu. Proband je schopen využít nitrobřišního tlaku a kombinovat respirační a posturální funkci bránice.

Při **Testu nitrobřišního tlaku vleže** vyvážená aktivace všech porcí břišní stěny, schopnost udržet hrudník v neutrální poloze, horizontální postavení bránice, rovnoměrné rozložení IAP, uvolněné mm. recti femoris.



Obrázek 19 - Test nitrobřišního tlaku vleže (po terapii)

Při **Testu medvěda** vyvážená aktivita ventrální a dorsální muskulatury se zachováním neutrální pozice hrudníku a pánve s centrovaným postavením páteře, střední postavení osy končetiny, vyvážená aktivita svalů lopatek, centrována opora dlaní a chodidel.



Obrázek 20 - Test medvěda (po terapii)

Ve všech testech a pozicích je znatelná úprava trupové stabilizace, napřímení hrudní a bederní páteře.

### 5) Vyšetření tréninkových pohybových stereotypů

V pozici sedu (typickém pro kanoistiku) je zřetelná změna v oblasti napřímění hrudní a bederní páteře, dále lepší trupová stabilizace s rovnoměrnou distribucí nitrobršního tlaku podporující ekonomickou funkci HKK, centrace lopatek (viz obrázky 21 a 22).



Obrázek 21 - Sed v kánoi (po terapii)



Obrázek 22 - Sed v kánoi se zapojením HKK (po terapii)

V pozici bench-press pacient využívá lépe trupové stabilizace, pacient byl edukován o možnostech provedení cviku (viz obrázek 23). Při provedení shybu je značná úprava trupové stabilizace s aktivní břišní stěnou podporující ekonomické provedení cviku, pacient je schopen udržet centrované postavení lopatek a stabilní bederní páteř bez úniku do extenze (viz obrázek 24).



Obrázek 23 - Bench press (po terapii)

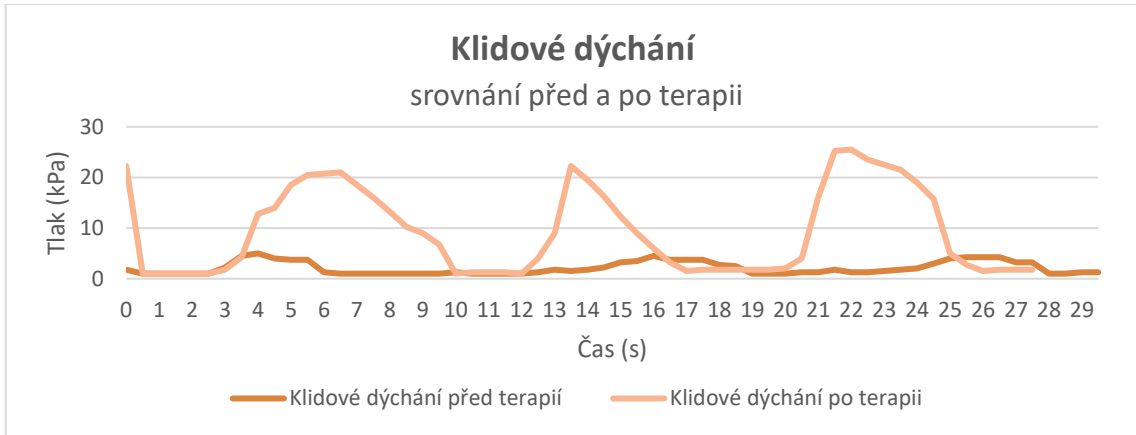


Obrázek 24 - Shyb (po terapii)

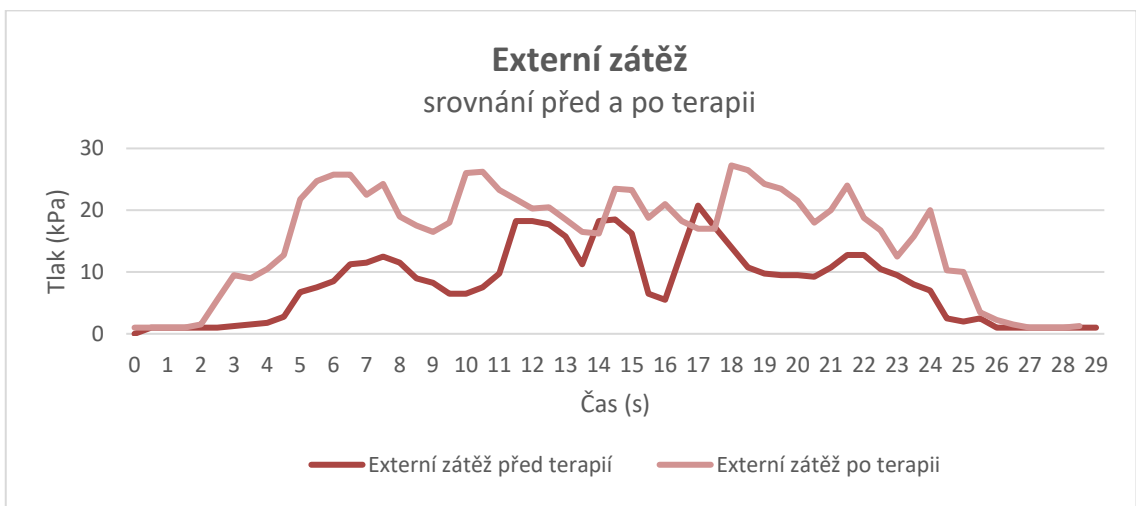
### 3.9 Subjektivní hodnocení bolesti dle VAS po terapii

Pacient po terapii hodnotí na stupnici VAS bolestivost jako 1.

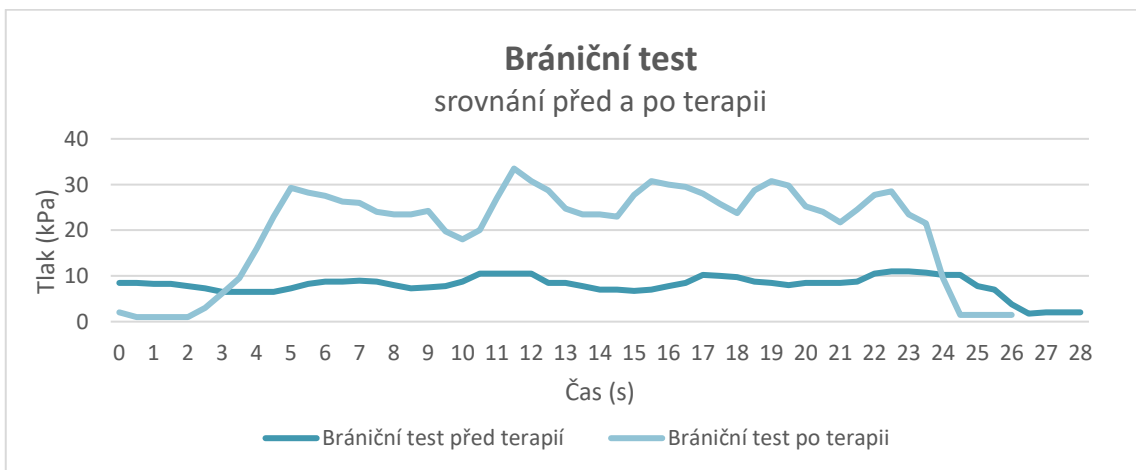
### 3.10 Výsledky měření přístrojem DNS Brace



Graf 1 - Klidové dýchání (DNS Brace)



Graf 2 - Externí zátěž (DNS Brace)



Graf 3 - Brániční test (DNS Brace)

<b>Výsledky měření přístrojem DNS Brace</b>			
	<b>KLIDOVÉ DÝCHÁNÍ</b> Průměrná hodnota (kPa)	<b>BRÁNIČNÍ TEST</b> Průměrná hodnota (kPa)	<b>EXTERNÍ ZÁTĚŽ</b> Průměrná hodnota (kPa)
Před terapií	2,20	8,13	11,01
Po terapii	9,39	26,42	18,87
Rozdíl	<b>+ 7,19</b>	<b>+ 18,29</b>	<b>+ 7,86</b>
Procentuální nárůst	<b>+ 158 %</b>	<b>+ 149 %</b>	<b>+ 87 %</b>

Ve všech měřených situacích (KD, BT a EZ) došlo ke zlepšení, které je procentuálně vyjádřené v tabulce.

V grafu KD lze vidět, že před terapií nedošlo u pacienta během nádechu k téměř žádné expanzi břišní stěny. Kontrolní měření po terapii ukazuje zlepšení v expanzi břišní stěny během nádechu. Výdechová hodnota se nezměnila, protože k expanzi břišní stěny dochází pouze během nádechu, během výdechu by dochází k návratu na klidovou (nulovou) hodnotu. Celková průměrná hodnota měřeného tlaku u KD je z původní hodnoty 2,20 kPa zvýšena o 158 % na hodnotu 9,39 kPa.

Graf EZ poukazuje na reflexní schopnost pacienta využít IAP během zvýšených nároků na stabilitu páteře. Z původní průměrné hodnoty 11,01 došlo ke zlepšení o 87 % na hodnotu 18,87 kPa. Zlepšení je viditelné též v samotném průběhu křivky po terapii, kdy nedochází k velkým výkyvům ve výdechu oproti nádechu. Toto poukazuje na fakt, že je pacient schopen udržet vyvíjený tlak po celou dobu dechového cyklu.

Graf BT ukazuje velkou změnu z hodnoty 8,13 kPa na 26,42 kPa po terapii, tedy zlepšení o 149 %. Zlepšení poukazuje na pacientovu volní schopnost aktivace bráničního dýchání s podporou nitrobřišního tlaku. Celkově u situací EZ a BT je vidět pacientovo zlepšení ve schopnosti kombinovat respirační a posturální funkci bránice.

## 4 DISKUZE

### 4.1 Diskuze k teoretické části

Nitrobřišní tlak se chová jako hydraulický tlak (Cobb et al., 2005) uvnitř břišní dutiny a působí ve všech směrech stejnou silou (De Keulenaer et al., 2009). Měřit jej lze přímo (ve v. cava inferior, břišní dutině), nebo méně invazivně nepřímo (intravezikálně, intravaginálně, intrarektálně, intragastricky) (Kural, 2007). V rámci fyzioterapeutických výzkumů posturální funkce IAP se využívá nejčastěji měření intrarektálně a intragastricky (Malbrain, 2006). Dalším způsobem hodnocení IAP ve fyzioterapii je palpace expanze břišní stěny. Provádí se v oblasti tříselného vazů a trigonum lumbale superius a umožňuje hodnotit distribuci svalového tonu, timing a správnou koaktivaci svalů kolem břišní dutiny. Předpokládá se, že při nárůstu IAP dojde k expanzi břišní stěny (Kolář a Lewit, 2005).

Měření IAP je důležité nejen ve výzkumné činnosti, ale též v intenzivní medicíně z hlediska hodnocení možných patologických stavů. Fyziologické hodnoty IAP jsou uváděny jako 0-5 mm Hg a odpovídají měření v klidu, vleže, na konci klidového výdechu. Zvýšený IAP má mnoho definic, někteří autoři uvádějí hodnoty již od 10 mm Hg (Sugrue, 1995). Nejednotnost v klasifikaci hodnot IAP považují za nešťastné, nicméně závažnost zvýšeného IAP je jistě třeba hodnotit u každého pacienta individuálně.

Hodnotu IAP určuje mnoho faktorů, mezi základní tři kategorie patří gravitace, uniformní tlak (aktivita bránice a svalů břišní stěny) a střížné síly (lokální změna v dutině) (Christensen a Craft, 2018). V souhrnném výčtu sem patří tělesná pozice a aktivita, dechový cyklus, BMI, HOB (sklon lehátka), předchozí břišní operace, chronický kašel, tělesná teplota a další (Sanchez et al., 2001; Sugerman et al., 2003; Cobb et al., 2005; McBeth et al., 2007; Christensen a Craft, 2018; Kiyak, Yilmaz a Ay, 2019). K největšímu nárůstu dochází při kašli (cca 70 mm Hg), skákání (cca 160 mm Hg) nebo během Valsalvova manévru (cca 70 mm Hg) (Cobb et al., 2005). Právě VM bývá často chápán jako nepsaná „definice“ IAP. Existují však dva diametrálně odlišné pohledy na jeho funkci. Talasz, Kofler a Lechleitner (2011) popisují skutečnost, že VM bývá zaměňován s tzv. Straining manévrem (SM), což podkládají detailně vysvětlenými logickými a též historickými fakty. VM popisují jako „silový výdech skrz otevřenou glottis“ oproti druhé definici „maximální výdech se zavřenou glottis“ (Thompson et al., 2006; Hodges, Sapsford a Pengel, 2007). Tyto definice však popisují dva různé děje s odlišnou svalovou

aktivitou a šířením IAP. Zatímco SM se využívá v urogynekologii při evaluaci poruch pánevního dna, VM pánevní dno chrání a hlavně je důležitou součástí v silovém tréninku, zejména u vzpěračů, kde vyvinutý IAP pomáhá stabilizovat bederní páteř. V praxi je proto nezbytná správná instruktáž pacienta a pochopení jednotlivých dějů dle toho, na kterou část těla cílíme.

Dlouhodobě nebo akutně patologicky zvýšený IAP je nazýván jako intraabdominální hypertenze (IAH) (Smit et al., 2016). Tento stav s sebou přináší mnoho změn manifestujících se v oblasti kardiovaskulárního, gastrointestinálního, respiračního i renálního systému (Christensen a Craft, 2018). Jedná se o klinicky závažný stav, který často pozorujeme u chronicky nemocných pacientů nebo u pacientů na jednotce intenzivní péče (Fügner a Volnohradský, 2006). Zvýšený IAP však může mít i jinou podobu a vést ke vzniku kýl, GERD, hemeroidů, výhřezů v pánevní oblasti, stresové inkontinenci a mnoha dalších stavů (Noblett, Jensen a Ostergard, 1997; Novák, 2001; Schaffer, Wai a Boreham, 2005; Sanchez a Chin, 2011; Vela, Richter a Pandolfino, 2013).

Zvyšování nitrobřišního tlaku je často metodou volby v terapii LBP. Ve fyzioterapeutické praxi se však často setkáme s pacienty, kteří mají v anamnéze kromě bolesti zad též další komorbidity. Při plánování terapie je v takovém případě důležité volit metody zvyšující IAP pouze tehdy, pokud to stav pacienta umožňuje. U pacientů s hypertenzí by zvyšování IAP způsobilo další zvýšení krevního tlaku. Pro pacienty se srdečním selháním by zvýšení IAP znamenalo nežádoucí zvýšení nároků na práci levé komory (kvůli zvýšení tlaku v aortě). Při zvýšeném IAP se též zvyšuje tlak v žilách v břišní dutině a snižuje se žilní návrat z DKK (podstatné u otoků dolních končetin kardiálního původu). IAP též zvyšuje intrakraniální tlak, proto je potřeba s ním zacházet opatrně u pacientů s hemoragickou CMP. Dále je třeba počítat i s riziky, o kterých nutně nemusí pacient ani fyzioterapeut vědět, např. aneurysmata. U spinálních pacientů je třeba myslet na riziko autonomní dysreflexie. Na druhou stranu je důležité zmínit, že i u těchto diagnóz je možné regulací nitrohruďního podtlaku a nitrobřišního přetlaku pozitivně ovlivnit průběh onemocnění.

Rizikovou skupinou jsou jistě i pacienti s kýlou, u kterých by cílené zvyšování IAP mohlo vést ke zhoršení stavu, podobně jako u pooperačních jizev či v těhotenství po císařském řezu. Obezřetnost je důležitá i u prolapsů pánevního dna a inkontinence.

Dále je třeba brát v potaz konkrétní účinek IAP ve vztahu k pacientově tělesné kompozici. Klidová hodnota IAP se zvyšuje s BMI, a proto u obézních pacientů nemusí vždy být naším cílem dále IAP zvyšovat v průběhu terapie. U obézních pacientů jsou

navíc svalové i vazivové struktury v nevýhodném biomechanickém postavení pro kontrakci vlivem nadměrné expanze. Proto u těchto pacientů v úvodu terapie není vhodný nácvik excentrické kontrakce, který je spojen s další expanzí břišní stěny. Prvním cílem během terapie by v případě obezity a nadměrné expanze břišní stěny měla být izometrická nebo koncentrická kontrakce břišních svalů, která umožní správné biomechanické nastavení pro další funkci břišní stěny. V takových případech je též otázkou, zda by terapeutickému snažení o zvyšování IAP a aktivaci těchto svalů nemělo předcházet snížení váhy a zajištění mobility orgánů a všech struktur, které umožňují volné šíření IAP. Podobně jiné stavy uvnitř dutiny (distanze žaludku, střeva atd.) mohou mít lokální vliv na omezení šíření IAP. Velký vliv na IAP má jistě též fasciální systém, jakým způsobem omezuje či naopak napomáhá šíření tlaku. Zejména fascie v okolí trupu napomáhají biomechanicky správné koaktivaci svalů kolem břišní dutiny. Zajímavý poznatek též uvádí Talasz et al. (2012), že IAP se šíří zejména tam, kde v čase rostoucího IAP není břišní stěna kontrahovaná koncentricky.

Cílem této kapitoly bylo upozornit na širší patologických stavů, které souvisí s nitrobřišním tlakem a které je třeba vnímat jako druhou stranu využití IAP v rehabilitaci. Zejména důležité je chápat souvislosti zvýšeného IAP u pacientů, kteří mají další onemocnění (zmíněné výše). Nechť je mezi konkrétními východisky této části i skutečnost, že ačkoli je výhodné trénovat správnou svalovou koaktivaci s vyvinutím IAP, není žádoucí IAP zvyšovat příliš často, dlouhodobě a příliš intenzivně. IAP je dobré využít při posturální zátěži, v ostatních případech by měly být svaly kolem břišní dutiny relaxované. IAP může být „dobrý sluha, ale špatný pán“.

Ve fyzioterapii je však právě konkrétní správná koaktivace svalů kolem břišní dutiny a optimalizace IAP základem diagnostiky i doporučeným postupem v léčbě nejrůznějších potíží. V terapii low back pain jsou významné tři mechanismy působení IAP na stabilitu páteře. Zaprvé, IAP vytváří extenční moment působením proti bránici a pánevnímu dnu a tím zároveň snižuje potřebu zapojení extenzorů páteře (Daggfeldt a Thorstensson, 1997; Kobesová a Kolář, 2014). Zadruhé, IAP omezuje intervertebrální translaci a rotaci (McGill a Norman, 1987). Zatřetí, IAP udržuje „hoop-like“ (kruhovitý) tvar břišních svalů, a tím je udržuje v ideálních podmínkách pro kontrakci (Farfan, 1973; McGill a Norman, 1987). Mimo jiné Hodges et al. (2005) i jiní autoři též popisují fakt, že crura diaphragmi svou kontrakcí způsobí přímou trakci bederní páteře v oblasti jejich úponů a tím podpoří efekt IAP (Hodges et al., 2005).



Ze svého gymnastického zázemí vnímám první popisovaný mechanismus, vytváření „extenčního momentu“, jako důležitou součást správného provedení záklonů. Mnohé gymnastické prvky vyžadují enormní extenze páteře, ale s využitím koaktivace břišních svalů a nitrobrišního tlaku se stávají záklony bezbolestné. Současně vnímám i skutečnost, že využití IAP snižuje potřebu zapojení extenzorů páteře. Role IAP v „spinal stability“ a „spinal unloading“ je však stále kontroverzní a mnohými autory neuznávaná. Nabízí se sice skutečnost, že příliš velký IAP, kdy je pacient instruován vyvinout „maximal straining effort“ (se zapojením „všech svalů na těle“), může mít negativní dopad na zatížení páteře. Nicméně zde je důležité upozornit na to, že klíčovým faktorem pro využití IAP je právě zcela konkrétní a správná koaktivace svalů, s konkrétní intenzitou a silou, vzhledem ke konkrétní posturální situaci a u trénovaných a instruovaných pacientů. Je možné, že negativní názory na roli IAP v rehabilitaci plynou z neadekvátního použití IAP. V tomto ohledu by bylo vhodné podpořit výzkum a objektivizaci IAP ve rehabilitaci a sportovním tréninku.

Bolesti bederní páteře jsou sice tím nejčastějším, ačkoli ne jediným stavem, který souvisí s IAP. IAP je v úzké souvislosti s nitrohručním tlakem a hloubkou dechu a má tedy svůj význam v respirační fyzioterapii (DePalo et al., 2004). Také GERD je způsoben mimo jiné reflexními změnami v oblasti bránice a jedním z přístupů konzervativní léčby je omezení zvyšování IAP (Bitnar, 2017). Pacienti s GERD často trpí též LBP a je zde tedy jistá spojitost mezi dysfunkcí bránice jako svěrače, ale též jako hlavního svalu při vytváření IAP a stabilizaci páteře (Bordoni et al., 2018). Dysfunkce pánevního dna též velice úzce souvisí s IAP. Fyziologicky by tlaková i svalová odpověď pánevního dna měla předcházet zvýšení IAP z několika důvodů – kontinence a udržení pozice pánevních orgánů, ale též zajištění stability páteře (Sapsford a Hodges, 2001; Madill a McLean, 2006; Hodges, Sapsford a Pengel, 2007). Samotná dysfunkce manifestovaná v oblasti pánevního dna je však často výsledkem celkové neideální koaktivace břišních svalů a bránice, nejenom lokální poruchou PD. Podobně při neideálním zapojení břišních svalů v terapii LBP je důležité vyšetřit i svaly pánevního dna, které mají významnou funkci ve vztahu k IAP a stabilizaci bederní páteře, jak potvrdil například Junginger et al. (2010). Svě místo má IAP i v silovém tréninku, kdy VM napomáhá zajišťovat stabilitu páteře a udržet správné nastavení segmentů. VM však musí být řádně instruován a musí být brány v potaz nejen výhody, ale též nevýhody jeho použití, jak již bylo zmíněno výše (Hackett a Chow, 2013). V oblasti fitness je IAP často

přeceňován a využíván za každé situace a u každého klienta či pacienta. Pro správné provedení cviků je však důležité zejména správné nastavení jednotlivých segmentů, nejen prosté zvyšování IAP.

S ohledem na veškeré výše zmíněné informace o IAP by jeho využití nemělo být rutinní a rozhodně zde neplatí pravidlo „čím více, tím lépe“. Fyzioterapeut by měl tyto souvislosti znát a v praxi uvážlivě používat. Skutečností však zůstává, že neexistují takřka žádné publikace, které by popisovaly využití IAP v rámci kinezioterapie s ohledem na patologické působení IAP na další onemocnění a komorbidity pacienta. V běžné praxi se však s pacienty s bolestmi zad, kteří mají v anamnéze též hypertenzi či jakékoli jiné onemocnění, setkáváme neustále. Proto věříme, že tato práce přinese alespoň částečnou osvětu a že by tato problematika měla být dále zkoumána.

## 4.2 Diskuze k praktické části

Praktická část práce prezentuje kazuistiku pacienta s bolestmi bederní páteře spojenými s neideálním motorickým projevem a insuficientní trupovou stabilizací. Pacient je vrcholový sportovec, juniorský reprezentant ČR v kanoistice. Jeho tréninkové zatížení je velice intenzivní, pětikrát týdně 4 hodiny. Tréninky probíhají v terénu v kánoi, ale též v posilovně. Pacient přicházel po proběhlém radikulárním syndromu L5/S1 spojeném s LBP. Při aspekci těla bylo možné hodnotit vadné držení těla. Nejvýraznějšími limity bylo nedostatečné napřímení bederní páteře, kyfotizace hrudní páteře s omezenou rotabilitou a s tím související nedostatečná trupová stabilizace ve volném sedu, natož při tréninkové zátěži. Pacient též nedokázal provést izolovaný pohyb v kyčelním kloubu vůči pánvi, který je nezbytný právě při veslování v kánoi. Tyto stereotypy přetrvávaly i po odeznění bolesti a nebyly tedy pravděpodobně způsobeny pouze nociceptivním drážděním.

Pro námi vybraného pacienta je velice důležité, aby principy z terapie byl schopen převést i do tréninku a do budoucna tak zabránil dalšímu možnému poranění pohybového aparátu v oblasti bederní páteře. Vyšetření i terapie probíhaly tedy nejen pomocí metody DNS, kde se pacient v cílených pozicích učil konkrétní principy svalové stabilizace trupu, ale též v posilovně a v plném tréninkovém zatížení. Při vyšetření i terapii pacienta jsme kladli důraz na pohybové vzory, které pacient používá při tréninku v kánoi i v posilovně.

Pacient byl vyšetřen pomocí metody DNS. Testy DNS byly vybrány z toho důvodu, že nám umožňují hodnotit posturální funkci nitrobřišního tlaku a kvalitu trupové stabilizace. Vybrány byly testy, ve kterých je tělesné nastavení segmentů podobné tréninkovému zatížení pacienta, tedy flexe kyčlí v 90° vzhledem k trupu. Právě v těchto pozicích pacient vykazoval nedostatečnou trupovou stabilizaci s neschopností reflexně ani vědomě zapojit nitrobřišní tlak pro stabilizaci bederní páteře. Ve všech testech se opakovaly stejné chybné vzorce – nedostateční napřímení bederní páteře, neschopnost izolovaného pohybu v kyčelních kloubech vůči pánvi, a kraniální pohyb hrudníku při nádechu včetně kraniálního tahu umbiliku. Palpačně byly zjištěny konkavity v tříslech, přetížení m. rectus abdominis a mm. recti femoris. Při palpaci expanze břišní stěny v oblasti tříselného vazů a posterolaterálně v oblasti trigonum lumbale superius byla zjištěna nedostatečná schopnost využití nitrobřišního tlaku ke stabilizaci bederní páteře. Palpační zjištění bylo ověřeno pomocí přístroje DNS Brace.

Přístroj DNS Brace měří nepřímo velikost IAP na základě expanze břišní stěny. Přístroj byl testován v rámci pilotní studie, kde u probandů probíhalo i současné měření pomocí rektální manometrie. Prozatímní výsledky studie ukazují, že při změřeném zvýšení IAP pomocí rektální manometrie dochází též k expanzi břišní stěny, kterou měří DNS Brace, proto jsme mohli nepřímo objektivizovat zapojení IAP při testování našeho probanda. V rámci této bakalářské práce však bylo provedeno měření pouze u jednoho pacienta, což je samozřejmě nedostatkem této práce a nad výsledky tak musíme uvažovat s opatrností. Provedení měření na větším vzorku probandů by mohlo být námětem pro další práce.

Měření probíhalo před terapií a po terapii, přičemž měřeny byly tři konkrétní situace (klidové dýchání, externí zátěž a brániční test). Tlakové senzory byly umístěny bilaterálně v místě tříselného vazů, kde by při správném pohybu bránice během nádechu mělo dojít k expanzi břišní stěny. Protože byly senzory umístěny pod kaudálním okrajem břišních svalů, nehodnotily aktivitu břišních svalů, ale převážně expanzi fasciálních úponových částí v tomto místě. V případě paradoxního pohybu bránice, kdy se centrum tendineum pohybuje kraniálně, by v místě senzorů k žádné expanzi nedošlo. Druhá dvojice senzorů byla umístěna bilaterálně v oblasti trigonum lumbale superius.

Každá z měřených situací vypovídá o určité kvalitě trupové stabilizace a využití nitrobřišního tlaku. Při měření klidového dýchání pacient dýchal volně, bez instrukcí nebo jakékoli vědomé korekce. Měření před terapií poukazuje na fakt, že při nádechu nedochází k téměř žádné expanzi břišní stěny v místě senzorů. Křivka na grafu ukazuje jen minimální zvýšení IAP během nádechu. Toto potvrzuje i naše pozorování, kdy u pacienta během inspiria docházelo k elevaci hrudníku. Naopak po terapii lze dle grafu pozorovat, že při nádechu dochází k expanzi břišní stěny, křivka stoupá. Při výdechu se křivka vrací na původní nulovou hodnotu, což hodnotíme jako pozitivní. Koreluje to s fyziologickou hodnotou IAP, kdy na konci klidového výdechu by měla být hodnota nulová (Sanchez et al., 2001). IAP by se měl zvyšovat pouze lehce při nádechu nebo výrazněji při náročnějších posturálních situacích, nikoli v klidu na konci výdechu. Měření klidového dýchání probíhalo proto, aby byl zjištěn dechový stereotyp pacienta. Dle výsledku grafu lze tedy usuzovat, že po terapii došlo k optimalizaci respirační funkce bránice a svalové souhry trupu.

Druhou měřenou situací byla externí zátěž. Cílem tohoto měření bylo ověřit, jak proband reflexně reaguje na externí zátěž a jestli využívá IAP ke stabilizaci bederní páteře. Jak bylo zmíněno v teoretické části práce, nárůst IAP je přirozeně se vyskytující

odpovědi na externí zátěž. Před terapií je možno vidět, že ačkoli dochází k expanzi břišní stěny, křivka je nestálá. Zatímco při klidovém dýchání očekáváme během výdechu pokles, zde je situace jiná. Očekáváme jisté změny při nádechu a výdechu, nicméně vychýlení by měla být malého rozsahu, protože břišní svaly a bránice by měly být schopny regulovat IAP po celou dobu zátěže, tedy během nádechu i výdechu. Před terapií vidíme na křivce náhlé a strmé poklesy expanze břišní stěny během výdechu. Po terapii obsahuje křivka méně výkyvů, je stabilnější, což poukazuje na lepší schopnost stabilizace po celou dobu pohybu a dobré propojení respirační a posturální funkce bránice. Zároveň absolutní hodnota vyvinutého tlaku je vyšší, což hodnotíme pozitivně jakožto následek tréninkové adaptace s lepší schopností vyvinutí síly.

Třetí měření s názvem Brániční test mělo za cíl objasnit pacientovu volní schopnost využít nitrobřišní tlak k expanzi břišní stěny. Pacient se snažil vyvinout sílu v expanzi břišní stěny proti všem čtyřem sensorům. Standardně by pacient vyvíjel tlak proti prstům terapeuta (pokud by hodnocení IAP probíhalo v rámci klinického vyšetření). Hodnotíme tím volní schopnost pacienta zapojit při správné koaktivaci bránice a pánevního dna i břišní svaly, zejména m. TA, který má horizontální průběh vláken a nejvíce se podílí na vytváření IAP. Zde vidíme velký rozdíl mezi měřeními. Před terapií je pacient schopen vyvinout pouze velice malou sílu, naznačující chybný pohybový vzorec. Křivka po terapii poukazuje na výrazně vyšší absolutní hodnoty měřeného IAP. Dle tohoto zjištění soudíme, že vědomá reedukace motorických vzorů pacienta byla úspěšná a vedla k úspěšnému efektu terapie. Výsledek terapie potvrzuje též měření na vizuální analogové škále, na které pacient měřil subjektivní pocit bolesti. Před terapií pacient udává hodnotu VAS 5, po terapii VAS 1.

V terapii byly využívány pozice DNS (3M supinační, 6M pronační, volný sed, medvěd, squat), které obsahovaly podobné pohybové vzorce jako pacientovo zatížení při kanoistice. Hlavním cílem u těchto pozic bylo napřímění bederní páteře, nácvik rotability hrudní páteře a stabilizace pánve při pohybu DKK. Součástí terapie byl též nácvik správného provedení cviků v posilovně, které jsou běžnou součástí pacientova tréninku (bench press, shyb, veslování, mrtvý tah). Pacient byl na konci terapie schopen zacvičit dané pozice DNS i cviky v posilovně a na veslovacím trenažeru správně. Otázkou však zůstává, jestli se mu podaří dané pohybové stereotypy převést i do svého tréninku v kánoi, a to i po celou dobu tréninku či závodu. Hlavní myšlenkou ze reedukací pacientových pohybových stereotypů je proces motorického učení a plasticita CNS. V první fázi terapie, kdy se pacient učil nové pohyby, jeho motorický projev vycházel zejména

z korového řízení. Cílem terapie bylo, aby byly naučené pohyby pro pacienta automatické a řízené podkorově, a to i v plném zatížení (Kobesová a Kolář, 2014). Je však možné, že při závodech, kde působí též výrazné emoční složka, v rámci dosažení nejlepšího možného výkonu, může pacient využít pohybové stereotypy, které má zažitější. V tomto směru je otázkou, zda byla terapie dostatečně dlouhá a intenzivní na to, aby vždy využil nově naučený pohybový stereotyp a do budoucna nehrozilo opětovné poškození bederní páteře.

Výsledky měření, subjektivní hodnocení pacienta i vyšetření fyzioterapeutem po terapii poukazují na kladný efekt terapie s využitím nitrobřišního tlaku. Hodges et al. (2005) zjistil, že i pouhý nitrobřišní tlak bez současné koaktivace břišních svalů zvyšuje stabilitu bederní páteře. Toto však bylo zjištěno v experimentálních podmínkách, které prakticky není možné za normální fyziologické situace navodit. Většina autorů se však shoduje na tom, že právě IAP společně s ideální svalovou souhrou svalů kolem břišní dutiny vytváří ideální podmínky pro stabilitu bederní páteře. Měření přístrojem DNS Brace pomohlo ozřejmit výsledek terapie a mohlo by být do budoucna použito jako neinvazivní a účinná metoda pro měření IAP ve fyzioterapeutické praxi jako biofeedback nebo jako měřicí metoda při vědeckém výzkumu.

## ZÁVĚR

Hlavním cílem této bakalářské práce bylo vytvořit ucelený náhled na problematiku nitrobřišního tlaku. V teoretické části práce byly popsány anatomické souvislosti IAP, jeho vznik a chování při různých fyziologických situacích. Dále byla popsána patofyziologie IAP, nitrobřišní hypertenze a související orgánová poškození. Poslední část teoretické části se věnuje využití IAP v rehabilitaci, jaký je jeho význam u spinal unloading, spinal stability nebo jeho užití v silovém tréninku, u gynekologických obtíží a dalších stavů.

Praktická část práce popisuje kazuistiku pacienta s bolestmi zad, chybným pohybovým stereotypem a dysfunkcí stabilizace trupu. Terapie pacienta byla zaměřena na stabilizaci bederní páteře s využitím posturální funkce nitrobřišního tlaku. Před terapií byl pacient změřen pomocí přístroje DNS Brace, který přes expanzi břišní stěny nepřímo měří nitrobřišní tlak. Po terapii byl pacient opětovně změřen a výsledky obou měření byly srovnány a popsány. Subjektivně dle pacientova hodnocení i objektivně dle měření přístrojem DNS Brace došlo k výraznému zlepšení pacientova stavu a snížení bolesti. Výsledky měření naznačují, že by DNS Brace mohl být do budoucna efektivní, neinvazivní a dostupnou formou nepřímého měření IAP.

Hlavním námětem práce bylo rozšířit fyzioterapeutický pohled na IAP. Práce přináší poznatky o možných výhodách i rizicích použití IAP v kinezioterapii a popisuje využití IAP v kontextu jiných diagnóz. Věříme, že je tato problematika velice důležitá a měla by být dále zkoumána.

## REFERENČNÍ SEZNAM

- ADAMS, Michael A. a Peter J. ROUGHLEY, 2006. What is Intervertebral Disc Degeneration, and What Causes It? *Spine* [online]. 31(18), 2151-2161 [cit. 2020-03-21]. DOI: 10.1097/01.brs.0000231761.73859.2c. ISSN 0362-2436. Dostupné z: <http://journals.lww.com/00007632-200608150-00024>
- ARJMAND, Navid, Aboufazl SHIRAZI-ADL a Mohamad PARNIANPOUR, 2012. A finite element model study on the role of trunk muscles in generating intra-abdominal pressure. *Biomedical Engineering: Applications, Basis and Communications* [online]. 13(04), 181-189 [cit. 2020-04-02]. DOI: 10.4015/S1016237201000236. ISSN 1016-2372. Dostupné z: <https://www.worldscientific.com/doi/abs/10.4015/S1016237201000236>
- ARSHAD, Rizwan, Thomas ZANDER, Marcel DREISCHARF a Hendrik SCHMIDT, 2016. Influence of lumbar spine rhythms and intra-abdominal pressure on spinal loads and trunk muscle forces during upper body inclination. *Medical Engineering & Physics* [online]. 38(4), 333-338 [cit. 2020-03-20]. DOI: 10.1016/j.medengphy.2016.01.013. ISSN 13504533. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1350453316000345>
- BARR, Karen P., Miriam GRIGGS a Todd CADBY, 2005. Lumbar Stabilization. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation* [online]. 84(6), 473-480 [cit. 2020-04-01]. DOI: 10.1097/01.phm.0000163709.70471.42. ISSN 0894-9115. Dostupné z: <http://journals.lww.com/00002060-200506000-00012>
- BENEŠ, Jiří, Jaroslava KYMPLOVÁ a František VÍTEK, 2015. *Základy fyziky pro lékařské a zdravotnické obory: pro studium i praxi*. 1. vyd. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-4712-5.
- BITNAR, Petr, 2017. *Bránice v roli jícnového svěrače a možnosti léčby refluxní choroby jícnu pomocí fyzioterapeutických postupů*. Praha. Rigorózní práce. Fakulta tělesné výchovy a sportu, Univerzita Karlova.
- BLOOMFIELD, Geoffrey, Philip C. RIDINGS, Charles R. BLOCHER, Anthony MARMAROU a Harvey SUGERMAN, 1997. A proposed relationship between increased intra-abdominal, intrathoracic, and intracranial pressure. *Critical Care Medicine*. 25(3), 496-503.



- BORDONI, Bruno, Fabiola MARELLI, Bruno MORABITO, Beatrice SACCONI, Philippe CAIAZZO a Roberto CASTAGNA, 2018. Low back pain and gastroesophageal reflux in patients with COPD: the disease in the breath. *International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease* [online]. 13, 325-334 [cit. 2020-04-12]. DOI: 10.2147/COPD.S150401. ISSN 1178-2005. Dostupné z: <https://www.dovepress.com/low-back-pain-and-gastroesophageal-reflux-in-patients-with-copd-the-di-peer-reviewed-article-COPD>
- COBB, William S., Justin M. BURNS, Kent W. KERCHER, Brent D. MATTHEWS, H. James NORTON a B. Todd HENIFORD, 2005. Normal intraabdominal pressure in healthy adults. *J Surg Res.* 129(2), 231-5.
- CRISCO, J.J., M.M. PANJABI, I. YAMAMOTO a T.R. OXLAND, 1992. Euler stability of the human ligamentous lumbar spine. Part II: Experiment. *Clinical Biomechanics* [online]. 7(1), 27-32 [cit. 2020-03-19]. DOI: 10.1016/0268-0033(92)90004-N. ISSN 02680033. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/026800339290004N>
- ČERVENÝ, Rudolf, 2008. *Léčba akutní a průlomové bolesti v ambulanci praktického lékaře.* Practicus, 7(1).
- ČIHÁK, Radomír, 2016. *Anatomie.* Třetí, upravené a doplněné vydání. Ilustroval Ivan HELEKAL, ilustroval Jan KACVINSKÝ, ilustroval Stanislav MACHÁČEK. Praha: Grada.
- DA SILVA BORIN, Lílian Cristina Marques, Fabiana Roberta NUNES a Elaine Caldeira DE OLIVEIRA GUIRRO, 2013. Assessment of Pelvic Floor Muscle Pressure in Female Athletes. *PM&R* [online]. 5(3), 189-193 [cit. 2020-03-24]. DOI: 10.1016/j.pmrj.2012.09.001. ISSN 19341482. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1016/j.pmrj.2012.09.001>
- DAGGFELDT, K. a A. THORSTENSSON, 1997. The role of intra-abdominal pressure in spinal unloading. *Journal of Biomechanics* [online]. 30(11-12), 1149-1155 [cit. 2020-03-19]. DOI: 10.1016/S0021-9290(97)00096-1. ISSN 00219290. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0021929097000961>
- DE KEULENAER, B. L., J. J. DE WAELE, B. POWELL a M. L. N. G. MALBRAIN, 2009. What is normal intra-abdominal pressure and how is it affected by positioning, body mass and positive end-expiratory pressure? *Intensive Care Med.* 35(6), 969-76.
- DE WAELE, Jan J., Inneke DE LAET, Andrew W. KIRKPATRICK a Eric HOSTE, 2011. Intra-abdominal Hypertension and Abdominal Compartment Syndrome. *American Journal of Kidney Diseases* [online]. 57(1), 159-169 [cit. 2020-03-18]. DOI: 10.1053/j.ajkd.2010.08.034. ISSN 02726386. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0272638610014320>

- DEEREN, Dries H., Hilde DITS a Manu L. N. G. MALBRAIN, 2005. Correlation between intra-abdominal and intracranial pressure in nontraumatic brain injury. *Intensive Care Medicine* [online]. 31(11), 1577-1581 [cit. 2020-04-01]. DOI: 10.1007/s00134-005-2802-2. ISSN 0342-4642. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s00134-005-2802-2>
- DEPALO, Vera A., Annie Lin PARKER, Fadi AL-BILBEISI a F. Dennis MCCOOL, 2004. Respiratory muscle strength training with nonrespiratory maneuvers. *Journal of Applied Physiology* [online]. 96(2), 731-734 [cit. 2020-04-04]. DOI: 10.1152/jappphysiol.00511.2003. ISSN 8750-7587. Dostupné z: <https://www.physiology.org/doi/10.1152/jappphysiol.00511.2003>
- DEYO, R. A., D. CHERKIN, D. CONRAD a E. VOLINN, 1991. Cost, Controversy, Crisis: Low Back Pain and the Health of the Public. *Annual Review of Public Health* [online]. 12(1), 141-156 [cit. 2020-03-30]. DOI: 10.1146/annurev.pu.12.050191.001041. ISSN 0163-7525. Dostupné z: <http://www.annualreviews.org/doi/10.1146/annurev.pu.12.050191.001041>
- DIEBEL, L., S. DULCHAVSKY a R. WILSON, 1992. Effect of increased intra-abdominal pressure on mesenteric arterial and intestinal mucosal blood flow. *The Journal of Trauma*. 33(1), 45-8.
- DUDA, Miloslav, 2012. *Jícen: pohled z mnoha úhlů v zrcadle zkušeností olomoucké jícnové školy*. 2. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-802-4432-663.
- DWYER, P. L., E. T. C. LEE a D. M. HAY, 1988. Obesity and urinary incontinence in women. *BJOG: An International Journal of Obstetrics and Gynaecology* [online]. 95(1), 91-96 [cit. 2020-03-19]. DOI: 10.1111/j.1471-0528.1988.tb06486.x. ISSN 1470-0328. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1471-0528.1988.tb06486.x>
- DYLEVSKÝ, Ivan, 2009. *Funkční anatomie*. 1. vyd. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-3240-4.
- EBENBICHLER, Gerold R., Lars I. E. ODDSON, Josef KOLLMITZER a Zeynep ERIM, 2001. Sensory-motor control of the lower back: implications for rehabilitation. *Med. Sci. Sports Exerc.* 33(11), 1889-1898.
- EUNYOUNG, Kim a Lee HANYONG, 2013. The Effects of Deep Abdominal Muscle Strengthening Exercises on Respiratory Function and Lumbar Stability. *J. Phys. Ther. Sci.* 25, 663-665.
- FARFAN, H. F., 1973. *Mechanical disorders of the low back*. Philadelphia: Lea & Febiger, ISBN 0812104188.

- FÜGNER, Dušan a Radan VOLNOHRADSKÝ, 2006. Syndrom brříšního přetlaku. Abdominální kompartment syndrom. *Urolog. pro Praxi*. 1, 8-11.
- HACKETT, Daniel A. a Chin-Moi CHOW, 2013. The Valsalva Maneuver. *Journal of Strength and Conditioning Research* [online]. 27(8), 2338-2345 [cit. 2020-03-24]. DOI: 10.1519/JSC.0b013e31827de07d. ISSN 1064-8011. Dostupné z: <http://journals.lww.com/00124278-201308000-00039>
- HARMAN, P Kent, Irving L. KRON, H. David MCLACHLAN, Arthur E. FREEDLENDER a Stanton P. NOLAN, 1982. Elevated intra-abdominal pressure and renal function. *Ann Surg*. 196(5), 594–597.
- HODGES, P. W., R. SAPSFORD a L. H. M. PENDEL, 2007. Postural and respiratory functions of the pelvic floor muscles. *Neurourology and Urodynamics* [online]. 26(3), 362-371 [cit. 2020-03-24]. DOI: 10.1002/nau.20232. ISSN 07332467. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1002/nau.20232>
- HODGES, Paul W., Andrew G. CRESSWELL, Karl DAGGFELDT a Alf THORSTENSSON, 2001. In vivo measurement of the effect of intra-abdominal pressure on the human spine. *Journal of Biomechanics* [online]. 34(3), 347-353 [cit. 2020-03-28]. DOI: 10.1016/S0021-9290(00)00206-2. ISSN 00219290. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0021929000002062>
- HODGES, Paul a Simon GANDEVIA, 2000. Changes in intra-abdominal pressure during postural and respiratory activation of the human diaphragm. *J Appl Physiol*. 89, 967–976.
- HODGES, Paul W., A. E. Martin ERIKSSON, Debra SHIRLEY a Simon C. GANDEVIA, 2005. Intra-abdominal pressure increases stiffness of the lumbar spine. *Journal of Biomechanics*. 38(9), 1873-1880.
- HUDÁK, Radovan a David KACHLÍK, 2017. *Memorix anatomie*. 4. vydání. Ilustroval Jan BALKO, ilustrovala Šárka ZAVÁZALOVÁ. Praha: Triton. ISBN 978-80-7553-420-0.
- CHOLEWICKI, Jacek, Krishna JULURU a Stuart M. MCGILL, 1999. Intra-abdominal pressure mechanism for stabilizing the lumbar spine. *Journal of Biomechanics* [online]. 32(1), 13-17 [cit. 2020-03-30]. DOI: 10.1016/S0021-9290(98)00129-8. ISSN 00219290. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0021929098001298>
- CHOLEWICKI, Jacek a Stuart M. MCGILL, 1996. Mechanical stability of the in vivo lumbar spine: implications for injury and chronic low back pain, *Clinical Biomechanics* [online]. 11(1), 1-15 [cit. 2020-03-30]. DOI: 10.1016/0268-0033(95)00035-6. ISSN 02680033. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/0268003395000356>

- CHRISTENSEN, Martin a Judy CRAFT, 2018. The cardio-respiratory effects of intra-abdominal hypertension: Considerations for critical care nursing practice. *Intensive and Critical Care Nursing*. 44, 53-58.
- IBERTI, Thomas, Charles LIEBER a Ernest BENJAMIN, 1989. Determination of Intra-abdominal Pressure Using a Transurethral Bladder Catheter: Clinical Validation of the Technique. *Anesthesiology*. 70(1), 147–50.
- JUNGINGER, Baerbel, Kaven BAESSLER, Ruth SAPSFORD a Paul W. HODGES, 2010. Effect of abdominal and pelvic floor tasks on muscle activity, abdominal pressure and bladder neck. *International Urogynecology Journal* [online]. 21(1), 69-77 [cit. 2020-03-24]. DOI: 10.1007/s00192-009-0981-z. ISSN 0937-3462. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s00192-009-0981-z>
- KAHRILAS, Peter J., 2008. Gastroesophageal Reflux Disease. *New England Journal of Medicine* [online]. 359(16), 1700-1707 [cit. 2020-04-01]. DOI: 10.1056/NEJMcp0804684. ISSN 0028-4793. Dostupné z: <http://www.nejm.org/doi/abs/10.1056/NEJMcp0804684>
- KALTENBACH, Tonya, Seth CROCKETT a Lauren B. GERSON, 2006. Are Lifestyle Measures Effective in Patients With Gastroesophageal Reflux Disease?. *Archives of Internal Medicine* [online]. 166(9) [cit. 2020-04-02]. DOI: 10.1001/archinte.166.9.965. ISSN 0003-9926. Dostupné z: <http://archinte.jamanetwork.com/article.aspx?doi=10.1001/archinte.166.9.965>
- KIYAK, Huseyin, Gulseren YILMAZ a Necmiye AY, 2019. Semi-Fowler positioning in addition to the pulmonary recruitment manoeuvre reduces shoulder pain following gynaecologic laparoscopic surgery. *Videosurgery and Other Miniinvasive Techniques* [online]. 14(4), 567-574 [cit. 2020-03-28]. DOI: 10.5114/wiitm.2019.84384. ISSN 1895-4588. Dostupné z: <https://www.termedia.pl/doi/10.5114/wiitm.2019.84384>
- KOBESOVÁ, Alena a Pavel KOLÁŘ, 2014. Developmental kinesiology: Three levels of motor control in the assessment and treatment of the motor system. *Journal of Bodywork and Movement Therapies* [online]. 18(1), 23-33 [cit. 2020-04-04]. DOI: 10.1016/j.jbmt.2013.04.002. ISSN 13608592. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1360859213000624>
- KOLÁŘ, Pavel, 2009. *Rehabilitace v klinické praxi*. 1. vyd. Praha: Galén. ISBN 978-80-7262-657-1.
- KOLÁŘ, Pavel a Karel LEWIT, 2005. Význam hlubokého stabilizačního systému v rámci vertebrogenních obtíží. *Neurologie pro praxi*. 5, 270-275.
- KOS, Jaroslav, 2014. *Přehled topografické anatomie*. Vyd. 2., V Karolinu 1., dopl. Praha: Karolinum. ISBN 978-80-246-2324-5.

- KUUKKANEN, Tiina M. a Esko A. MÄLKIÄ, 2016. An experimental controlled study on postural sway and therapeutic exercise in subjects with low back pain. *Clinical Rehabilitation* [online]. 14(2), 192-202 [cit. 2020-04-01]. DOI: 10.1191/026921500667300454. ISSN 0269-2155. Dostupné z: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1191/026921500667300454>
- KURAL, Tomáš, 2007. *Význam měření intraabdominálního tlaku u těžké akutní pankreatitidy*. Plzeň. Autoreferát dizertační práce. Univerzita Karlova v Praze, Lékařská fakulta v Plzni.
- LINDSTRÖM, P., Ö. KÄLLSKOG, J. WADSTRÖM a A. E. G. PERSSON, 2003. Blood flow distribution during elevated intraperitoneal pressure in the rat. *Acta Physiol Scand.* 177(2), 149-56.
- LOUIS, René, 1993. Spinal Stability and Instability as Defined by the Louis Three-Column Spine Concept. HOLTZMAN, Robert N. N. et al. *Spinal Instability* [online]. New York, NY: Springer New York, s. 21-38 [cit. 2020-03-21]. Contemporary Perspectives in Neurosurgery. DOI: 10.1007/978-1-4613-9326-9\_2. ISBN 978-1-4613-9328-3. Dostupné z: [http://link.springer.com/10.1007/978-1-4613-9326-9\\_2](http://link.springer.com/10.1007/978-1-4613-9326-9_2)
- LUKÁŠ, Karel, 2003. *Refluxní choroba jícnu*. Karolinum. ISBN 978-80-2460-506-7.
- MADILL, Stéphanie J. a Linda MCLEAN, 2006. Relationship between abdominal and pelvic floor muscle activation and intravaginal pressure during pelvic floor muscle contractions in healthy continent women, *Neurourology and Urodynamics* [online]. 25(7), 722-730 [cit. 2020-03-24]. DOI: 10.1002/nau.20285. ISSN 07332467. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1002/nau.20285>
- MALBRAIN, M. L. N. G., W. VIDTS, M. RAVYTS, I. De LAET a J. De WAELE, 2008. Acute intestinal distress syndrome: the importance of intra-abdominal pressure. *Minerva Anesthesiol.* 74(11), 657-73.
- MALBRAIN, Manu L. N. G., 2006. Different techniques to measure intra-abdominal pressure (IAP): time for a critical re-appraisal. *Applied Physiology in Intensive Care Medicine* [online]. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, s. 105-119 [cit. 2020-03-28]. DOI: 10.1007/3-540-37363-2\_24. ISBN 978-3-540-37361-2. Dostupné z: [http://link.springer.com/10.1007/3-540-37363-2\\_24](http://link.springer.com/10.1007/3-540-37363-2_24)

- MALBRAIN Manu L. N. G., CHEATHAM Michael L., KIRKPATRICK Andrew, SUGRUE Michael, PARR Michael, DE WAELE Jan, BALOGH Zsolt, LEPPÄNIEMI Ari, OLVERA Claudia, IVATURY Rao, D'AMOURS Scott, WENDON Julia, HILLMAN Ken, JOHANSSON Kenth, KOLKMAN Karel, WILMER Alexander, 2006. Results from the International Conference of Experts on Intra-abdominal Hypertension and Abdominal Compartment Syndrome. I. Definitions. *Intensive Care Medicine*. 32(11), 1722-1732. DOI: 10.1007/s00134-006-0349-5. ISSN 0342-4642. Dostupné také z: <http://link.springer.com/10.1007/s00134-006-0349-5>
- MCBETH, Paul B., David A. ZYGUN, Sandy WIDDER, Michael CHEATHAM, Imme ZENGERINK, Judy GLOWA a Andrew W. KIRKPATRICK, 2007. Effect of patient positioning on intra-abdominal pressure monitoring. *The American Journal of Surgery*. 193(5), 644-647.
- MCGILL, S. M. a R. W. NORMAN, 1987. Reassessment of the role of intra-abdominal pressure in spinal compression. *Ergonomics* [online]. 30(11), 1565-1588. DOI: 10.1080/00140138708966048.
- MOHMAND, Hashim a Stanley GOLDFARB, 2011. Renal Dysfunction Associated with Intra-abdominal Hypertension and the Abdominal Compartment Syndrome. *JASN*. 22(4), 615-621.
- MOKHTARZADEH, Hossein, Farzam FARAHMAND, Aboufazel SHIRAZI-ADL, Navid ARJMAND, Fatemeh MALEKIPOUR a Mohamad PARNIANPOUR, 2012. The effects of intra-abdominal pressure on the stability and unloading of the spine. *Journal of Mechanics in Medicine and Biology* [online]. 12(01) [cit. 2020-03-19]. DOI: 10.1142/S0219519412004508. ISSN 0219-5194. Dostupné z: <https://www.worldscientific.com/doi/abs/10.1142/S0219519412004508>
- MORRIS, J. M., D. B. LUCAS a B. BRESLER, 1961. Role of the Trunk in Stability of the Spine. *Journal of Bone and Joint Surgery*. 43(3), 327-351.
- NOBLETT, K. L., J. K. JENSEN a D. R. OSTERGARD. 1997. The relationship of body mass index to intra-abdominal pressure as measured by multichannel cystometry. *International Urogynecology Journal And Pelvic Floor Dysfunction* [online]. 8(6), 323-326 [cit. 2020-03-19]. DOI: 10.1007/BF02765589. ISSN 0937-3462. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/BF02765589>
- NOVÁK, Karel. *Pupeční a ventrální kýly*, 2001. Doporučené postupy pro praktické lékaře. ČLS JEP.

- O'DELL, Katharine K., Abraham N. MORSE, Sybil L. CRAWFORD a Allison HOWARD, 2007. Vaginal pressure during lifting, floor exercises, jogging, and use of hydraulic exercise machines. *International Urogynecology Journal* [online]. 18(12), 1481-1489 [cit. 2020-03-24]. DOI: 10.1007/s00192-007-0387-8. ISSN 0937-3462. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s00192-007-0387-8>
- PELOSI, P., M. QUINTEL a M. L. N. G. MALBRAIN, 2014. Effect of intra-abdominal pressure on respiratory mechanics. *Acta Clinica Belgica* [online]. 62(1), 78-88 [cit. 2020-03-18]. DOI: 10.1179/acb.2007.62.s1.011. ISSN 1784-3286. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1179/acb.2007.62.s1.011>
- PLEVOVÁ, Ilona a Regina SLOWIK, 2010. *Komunikace s dětským pacientem*. Praha: Grada, 2010. Sestra (Grada). ISBN: 9788024729688.
- RACCANELLO, Jenny a Kim MORRIS, 2020. Intra-abdominal pressure monitoring. In: *The Royal Children's Hospital Melbourne* [online]. [cit. 2020-03-13]. Dostupné z: [https://www.rch.org.au/rchcpg/hospital\\_clinical\\_guideline\\_index/Intraabdominal\\_Pressure\\_Monitoring/](https://www.rch.org.au/rchcpg/hospital_clinical_guideline_index/Intraabdominal_Pressure_Monitoring/)
- ROSENTHAL, R. J., J. R. HIATT, E. H. PHILLIPS, W. HEWITT, A. A. DEMETRIOU a M. GRODE, 1997. Intracranial pressure. *Surgical Endoscop* [online]. 11(4), 376-380 [cit. 2020-04-01]. DOI: 10.1007/s004649900367. ISSN 0930-2794. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s004649900367>
- SANCHEZ, Caroline a Bertram CHIN, 2011. Hemorrhoids. *Clinics in Colon and Rectal Surgery*. 24(1), 005-013.
- SANCHEZ, Noel C., Patty L. TENOFSKY, Jonathan M. DORT, Luke Y. SHEN, Stephen D. HELMER a R. Stephen SMITH, 2001. What is normal intra-abdominal pressure? *The American Surgeon*. 67(3), 243-8.
- SAPSFORD, Ruth R. a Paul W. HODGES, 2001. Contraction of the pelvic floor muscles during abdominal maneuvers. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* [online]. 82(8), 1081-1088 [cit. 2020-04-02]. DOI: 10.1053/apmr.2001.24297. ISSN 00039993. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0003999301283129>
- SHARIAT, Shahrokh F., Philippe E. ZIMMERN, Kathleen HILTON a Rebecca S. GRUCHALLA, 2009. Prospective Questionnaire-Based Evaluation of the Prevalence of Urinary Incontinence in Women with Chronic Cough. *Urol Int*. 83, 181–186.

- SHAW, Janet M., Nadia M. HAMAD, Tanner J. COLEMAN, Marlene J. EGGER, Yvonne HSU, Robert HITCHCOCK a Ingrid E. NYGAARD, 2014. Intra-abdominal pressures during activity in women using an intra-vaginal pressure transducer. *Journal of Sports Sciences* [online]. 32(12), 1176-1185 [cit. 2020-03-24]. DOI: 10.1080/02640414.2014.889845. ISSN 0264-0414. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02640414.2014.889845>
- SCHAFFER, Joseph, Clifford WAI a Muriel BOREHAM, 2005. Etiology of Pelvic Organ Prolapse. *Clinical Obstetrics and Gynecology*. 48(3), 639-647.
- SMIT, Marije, Maureen J. M. WERNER, Annemieke Oude LANSINK-HARTGRING, Willem DIEPERINK, Jan G. ZIJLSTRA a Matijs VAN MEURS, 2016. How central obesity influences intra-abdominal pressure: a prospective, observational study in cardiothoracic surgical patients. *Annals of Intensive Care*. 6(99).
- STOKES, Ian A.F., Mack G. GARDNER-MORSE a Sharon M. HENRY, 2010. Intra-abdominal pressure and abdominal wall muscular function: Spinal unloading mechanism. *Clinical Biomechanics* [online]. 25(9), 859-866 [cit. 2020-03-20]. DOI: 10.1016/j.clinbiomech.2010.06.018. ISSN 02680033. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0268003310001919>
- SUGERMAN, H., G. BLOOMFIELD a B. SAGGI, 1999. Multisystem organ failure secondary to increased intraabdominal pressure. *Infection*. 27, 61–66.
- SUGERMAN, H., A. WINDSOR, M. BESSOS a L. WOLFE, 2003. Intra-abdominal pressure, sagittal abdominal diameter and obesity comorbidity. *Journal of Internal Medicine* [online]. 241(1), 71-79 [cit. 2020-03-28]. DOI: 10.1046/j.1365-2796.1997.89104000.x. ISSN 0954-6820. Dostupné z: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1046/j.1365-2796.1997.89104000.x>
- SUGRUE, Michael, 1995. Intra-abdominal pressure. *Clinical Intensive Care*. 6(2), 76-79.
- SUGRUE, Michael, Jan De WAELE, Bart L. De KEULENAER, Derek J. ROBERTS a Manu MALBRAIN, 2015. A user's guide to intra-abdominal pressure measurement. *Anaesthesiology intensive therapy*. 47(3), 241-251.
- TALASZ, Helena, Markus KOFLER, Elisabeth KALCHSCHMID, Michael PRETTERKLIEBER a Monika LECHLEITNER, 2010. Breathing with the pelvic floor? Correlation of pelvic floor muscle function and expiratory flows in healthy young nulliparous women. *International Urogynecology Journal* [online]. 21(4), 475-481 [cit. 2020-04-02]. DOI: 10.1007/s00192-009-1060-1. ISSN 0937-3462. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s00192-009-1060-1>
- TALASZ, Helena, Markus KOFLER a Monika LECHLEITNER, 2011. Misconception of the Valsalva maneuver. *Int Urogynecol J.* (22), 1197–1198.



- TALASZ, Helena, Christian KREMSER, Markus KOFLER, Elisabeth KALCHSCHMID, Monika LECHLEITNER a Ansgar RUDISCH, 2012. Proof of concept: differential effects of Valsalva and straining maneuvers on the pelvic floor. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol.* 164(2), 227-233.
- THOMPSON, Judith A., Peter B. O'SULLIVAN, N. Kathryn BRIFFA a Patricia NEUMANN, 2006. Differences in muscle activation patterns during pelvic floor muscle contraction and Valsalva manoeuvre. *Neurourology and Urodynamics* [online]. 25(2), 148-155 [cit. 2020-03-23]. DOI: 10.1002/nau.20203. ISSN 0733-2467. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1002/nau.20203>
- TSAO, Henry, Thomas R. DRUITT, Tracie M. SCHOLLUM a Paul W. HODGES, 2010. Motor Training of the Lumbar Paraspinal Muscles Induces Immediate Changes in Motor Coordination in Patients With Recurrent Low Back Pain. *The Journal of Pain* [online]. 11(11), 1120-1128 [cit. 2020-04-01]. DOI: 10.1016/j.jpain.2010.02.004. ISSN 15265900. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1526590010003251>
- TVEIT, Per, Karl DAGGFELDT, Stein HETLAND a Alf THORSTENSSON, 1994. Erector Spinae Lever Arm Length Variations with Changes in Spinal Curvature. *Spine* [online]. 19(Supplement), 199-204 [cit. 2020-03-21]. DOI: 10.1097/00007632-199401001-00015. ISSN 0362-2436. Dostupné z: <http://journals.lww.com/00007632-199401001-00015>
- VAKIL, N., S. VAN ZANTEN, P. KAHRILAS, J. DENT a R. JONES, 2007. Die Montreal-Definition und -Klassifikation der gastroösophagealen Refluxkrankheit: Ein globales evidenzbasiertes Konsensus-Papier. *Zeitschrift für Gastroenterologie* [online]. 45(11), 1125-1140 [cit. 2020-04-01]. DOI: 10.1055/s-2007-963633. ISSN 0044-2771. Dostupné z: <http://www.thieme-connect.de/DOI/DOI?10.1055/s-2007-963633>
- VELA, Marcelo F., Joel E. RICHTER a John E. PANDOLFINO, Jiří DOLINA, ed., 2015. *Refluxní choroba jícnu - GERD*. 1. české vydání. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-4063-8.
- VODIČKA, Josef. *Speciální chirurgie*. 2., dopl. vyd. Praha: Karolinum, 2014. ISBN 978-80-246-2512-6.
- WHITE, Augustus A. a Manohar M. PANJABI, 1990. *Clinical biomechanics of the spine*. 2nd ed. Philadelphia: Lippincott. ISBN isbn9780397507207.

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 - Rozčlenění dutiny břišní (Kos, 2014, str. 75) .....	14
Obrázek 2 - Schematické znázornění aktivity břišní stěny během nádechu (a), výdechu (b,c) (Talaszi et al., 2010) .....	20
Obrázek 3 - Rozdíl mezi VM (a) a SM (b) (Talaszi, Kofler a Lechleitner, 2011) .....	23
Obrázek 4 - DNS Brace (zboku).....	40
Obrázek 5 - DNS Brace (zezadu) .....	41
Obrázek 6 - DNS Brace (zepředu).....	41
Obrázek 7 - Aspekce stoje zepředu (před terapií).....	44
Obrázek 8 - Aspekce stoje zezadu (před terapií) .....	44
Obrázek 9 - Aspekce stoje zboku (před terapií) .....	44
Obrázek 10 - Test nitrobřišního tlaku vleže (před terapií).....	45
Obrázek 11 - Test medvěda (před terapií) .....	45
Obrázek 12 - Sed v kánoi (před terapií).....	46
Obrázek 13 - Sed v kánoi se zapojením HKK (před terapií) .....	46
Obrázek 14 - Bench press (před terapií) .....	46
Obrázek 15 - Shyb (před terapií) .....	46
Obrázek 16 - Aspekce stoje zepředu (po terapii).....	49
Obrázek 17 - Aspekce stoje zezadu (po terapii) .....	49
Obrázek 18 - Aspekce stoje zboku (po terapii).....	49
Obrázek 19 - Test nitrobřišního tlaku vleže (po terapii).....	50
Obrázek 20 - Test medvěda (po terapii) .....	50
Obrázek 21 - Sed v kánoi (po terapii).....	51
Obrázek 22 - Sed v kánoi se zapojením HKK (po terapii) .....	51
Obrázek 23 - Bench press (po terapii) .....	51
Obrázek 24 - Shyb (po terapii) .....	51

## SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 - Hodnoty IAP při různých fyziologických situacích, přeloženo (Cobb et al., 2005) .....	21
Tabulka 2 - Srovnání chování IAP a svalové aktivity během nádechu, SM, výdechu a VM (Talas et al., 2012) .....	24

## **SEZNAM GRAFŮ**

Graf 1 - Klidové dýchání (DNS Brace) .....	52
Graf 2 - Externí zátěž (DNS Brace).....	52
Graf 3 - Brániční test (DNS Brace) .....	52

## **SEZNAM PŘÍLOH**

Příloha č. 1 – Informovaný souhlas pacienta.....78

Příloha č. 2 – Vizuální analogová škála.....79

## **PŘÍLOHY**

### **Příloha 1 – Informovaný souhlas pacienta**

#### **INFORMOVANÝ SOUHLAS**

Vážená paní/ vážený pane,

žádám Vás tímto o spolupráci na kazuistice k mé bakalářské práci prováděné na 2. lékařské fakultě Univerzity Karlovy v Praze v programu fyzioterapie pod vedením Mgr. Jakuba Nováka.

Pro účely této kazuistiky je třeba získat Vaše osobní anamnestické údaje z dokumentace, kineziologického vyšetření a měření přístrojem DNS Brace. Získaná data budou následně anonymizována a statisticky zpracována. Publikované výstupy budou mít formu statistických údajů a nebudou mít zřejmou návaznost na Vaši osobu. Informace o Vaší osobě budou shromažďovány a zpracovány výhradně v souvislosti s bakalářskou prací a pro její potřeby a jsou považovány za přísně důvěrné. Zajištění ochrany dat vyšetřované osoby je v souladu se zákonem.

Prosím Vás tímto o souhlas s měřením a použitím dat dle výše stanovených podmínek. Vaše účast je dobrovolná a můžete ji kdykoliv přerušit.

Děkuji.

Jiřina Trnková

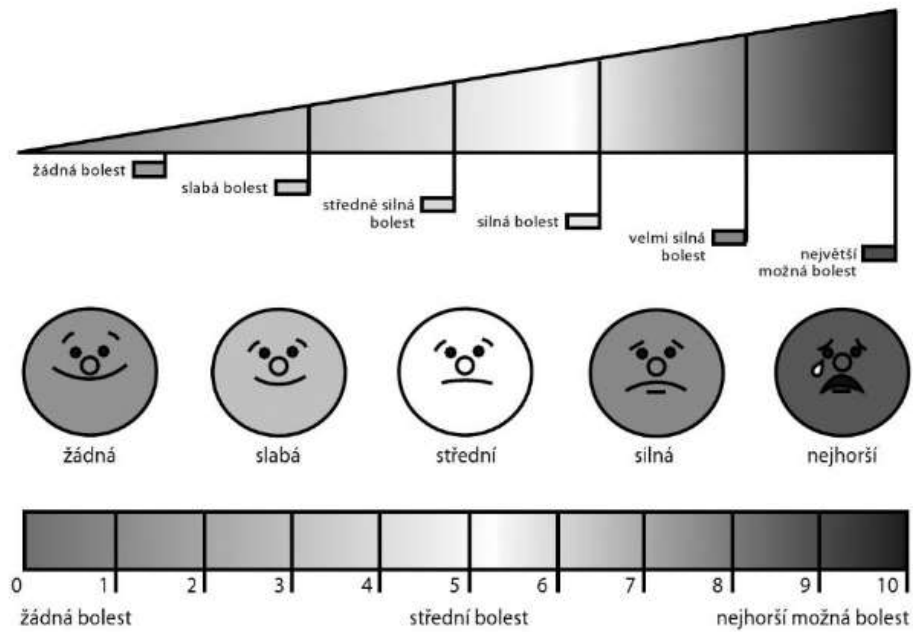
#### **PROHLÁŠENÍ**

Souhlasím s poskytnutím informací Jiřině Trnkové a Mgr. Jakubovi Novákovi pro účely výše popsaného projektu. Souhlasím s použitím získaných údajů pro účely bakalářské práce a s jejich anonymním publikováním. Souhlasím taktéž s pořízením obrazového materiálu během vyšetření a terapie. Jsem informován/a, mám možnost spolupráci kdykoliv ukončit.

V ..... Dne .....

Jméno .....

Podpis .....

**Příloha 2 – Vizuální analogová škála**

(Červený, 2008)