

Univerzita Karlova v Praze

2. lékařská fakulta

DYNAMOMETRICKÉ VYŠETŘENÍ STABILIZACE BRÁNICE

Diplomová práce

(bakalářská práce)

Autor: Robert Charvát

Vedoucí práce: Doc. PaedDr. Pavel Kolář

Praha 2007

Jméno a příjmení autora: Robert Charvát

Název diplomové práce: Dynamometrické vyšetření stabilizace bránice

Pracoviště: Klinika rehabilitace, FN Motol a 2.LF UK

Vedoucí diplomové práce: Doc. PaedDr. Pavel Kolář

Rok obhajoby diplomové práce: 2007

Abstrakt: Bránice je hlavní dechový sval, který u člověka napomáhá při posturálních aktivitách. Cílem této práce je zjistit možnosti využití svalového dynamometru k vyšetření činnosti bránice při dýchání a posturálních aktivitách.

Klíčová slova: Bránice – postura – dýchání - kineziologie - dynamometr

Souhlasím s půjčováním diplomové práce v rámci knihovních služeb.

Author's first name and surname: Robert Charvát

Title of the master thesis: Dynamometric investigation of diaphragm stabilisation

Department: Department of physiotherapy, FN Motol a 2.LF UK

Supervisor: Doc. PaedDr. Pavel Kolář

The year of presentation: 2007

Abstract: The diaphragm is major breathing muscle, which has by man postural functions. The aim of this work is determine possibilities to use muscle dynamometr, in survey activity of diaphragm by breathing and posture.

Keywords: Diaphragm – posture – breathing - kinesiology - dynamometr

I agree the thesis paper to be lent within the library service.

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně pod vedením Doc. PaedDr. Pavla Koláře a uvedl všechny použité literární a odborné zdroje a dodržoval zásady vědecké etiky.

V Praze dne 10.4. 2007

*Robert Charvát*  
.....

## OBSAH

1 ÚVOD.....	7
2 CÍL.....	8
3 SOUHRN POZNATKŮ.....	9
3.1 ANATOMIE BRÁNICE.....	9
3.2 ANATOMIE BŘIŠNÍCH SVALŮ.....	11
3.2.1 Ventrální skupina břišních svalů.....	11
3.2.2 Laterální skupina břišních svalů.....	12
3.2.3 Dorzální skupina břišních svalů.....	13
3.3 ANATOMIE SVALŮ PÁNEVNÍHO DNA.....	14
3.3.1 M. levator ani.....	14
3.3.2 M. coccygeus.....	15
3.3.3 M. transversus perinei profundus.....	15
3.4 KINEZIOLOGIE.....	16
3.4.1 ROZDĚLENÍ DECHOVÝCH SVALŮ.....	16
3.4.1.1 Inspirační svaly primární.....	16
3.4.1.2 Auxiliární inspirační svaly.....	16
3.4.1.3 Exspirační svaly primární.....	17
3.4.1.4 Auxiliární exspirační svaly.....	17
3.4.2 POPIS DÝCHÁNÍ.....	18
3.4.3 ROZDĚLENÍ DÝCHÁNÍ.....	20
3.4.4 KINEZIOLOGICKÁ FUNKCE BRÁNICE A BŘIŠNÍCH SVALŮ PŘI POSTURÁLNÍ AKTIVITĚ.....	21
3.5 PATOKINEZIOLOGIE.....	23

4 METODIKA.....	24
4.1 Popis přístroje.....	24
4.2 Postup měření.....	25
5 VÝSLEDKY.....	26
6 DISKUSE.....	28
7 ZÁVĚR.....	29
8 REFERENČNÍ SEZNAM.....	30
9 PŘÍLOHY.....	31

## 1. ÚVOD

Bránice jako plochý sval odděluje dutinu hrudní od dutiny břišní. Její hlavní funkcí je dechová aktivita při nádechu a výdechu. Bránice je hlavní dechový sval, který u člověka plní posturální funkce díky jeho vzpřímenému postoji. V poslední době se stává bránice předmětem zájmu jako součást populárního Hlubokého Stabilizačního Systému Páteře (HSSP). Posturální funkci bránice dokázal již například Skládal, který pozoroval posturální reakci bránice podmíněnou rychlým postavením se na špičky. Při jeho pokusech došlo k poklesu bránice, tuto odpověď nazval posturální reakcí ( Skládal, 1976). Nynější předpoklady, podpořené studiemi (Hemberg, Moritz and Löwing 1985, Cresswell et al. 1994, Hodges, Gandevia; 2000), popisují jako hlavní mechanismus posturální aktivity bránice zvýšení nitrobřišního tlaku. Toto zvýšení nastává během dynamické souhry aktivity bránice, břišního a pánevního svalstva. Obecně se předpokládá, že zvýšení nitrobřišního tlaku napomáhá stabilizaci páteře z ventrálního směru a odlehčuje tímto mechanismem dorzálním extenzorům páteře. Při fyziologickém stavu by mělo docházet během nádechu ke kaudálnímu posunu bránice, rozšíření dolní hrudní apertury, k tonické aktivitě břišního svalstva a pánevního dna. Vyházíme-li z poznatku, že dechová aktivita bránice souvisí i s její posturální aktivitou, lze hodnocením motoriky dechových projevů posuzovat i kvalitu posturální aktivity. K hodnocení jsme použili svalový dynamometr, který nám umožňuje zachytit a hodnotit změny tlakových poměrů v jednotlivých částech trupu při rozličných dechových či posturálních činnostech a z nich následně posoudit kvalitu činnosti bránice.

## 2 CÍL

Cílem této práce je dynamometrické hodnocení kvality dechového stereotypu a funkce bránice při změně posturální aktivity. Zaměříme se na nalezení vhodných postupů testování a zhodnocení využitelnosti přístroje.



### 3 SOUHRN POZNATKŮ

#### 3.1 ANATOMIE BRÁNICE

Bránice je plochý sval oválného tvaru oddělující dutinu hrudní od dutiny břišní, tvoří dvě klenby zasahující svými vrcholy do hrudní dutiny. Vpravo do výše 4. mezižebří a vlevo do výše 5. mezižebří. Mezi pravou a levou klenbou je bránice pokleslá a její průmět je do úrovně processus xiphoideus (Čihák, 2001).

Bránice je dělená podle svých počátků na tři části, pars lumbalis, pars costalis, pars sternalis. Pars lumbalis začíná jako crus dextrum et sinistrum od těl L 1 – 3, vpravo L 4 a dále laterálněji od vazivových obloučků jako lig. arcuatum mediale et laterale (Dylevský, 2000).

Mediální ligamentum arcuatum nazývané psoatická arkáda jde od těla L 1 – 2 přes m. psoas maior k hrotu processus costarius L 1, ligamentum arcuatum laterale jde od processus costarius L 1 přes m. quadratus lumborum ke 12. žebří a nazývá se quadratická arkáda. Pars costalis je nejrozsáhlejší částí bránice, svalová vlákna počínají od chrupavek 12. až 7. žebra. Přejídná část mezi pars costalis a pars lumbalis se nazývá trigonum lumbocostale, je bez svalových vláken a je vyplněna tenkým vazivem (Čihák, 2001).

V oblasti pars costalis dochází k přejídní bránice do m. transversus abdominis. Tento přejídní je zajištěn cípatým proložením snopců bránice se snopci m. transversus abdominis a tvoří tzv. interdigitace. Přejídní bránice do m. transversus abdominis je bez šlachového úponu či aponeurotické vrstvy což podporuje názor o funkčním spojení obou svalů. (Dvořák, Holibka, 2006).

Pars sternalis začíná od processus xiphoideus a od zadního listu pochvy přímých břišních svalů, tvoří nejmenší část bránice. Úpon bránice se nachází v centrum tendineum, což je centrálně uložená šlacha trojlístkovitého tvaru, k němuž se paprscitě sbíhají svalová vlákna bránice (Dylevský, 2000).

V bránici se nachází soustava otvorů vyplněných procházejícími útvary. V mediální čáře těsně před páteří se nachází hiatus aorticus tvořený ventrálně křížícími se crus dexter et sinister a dorzálně těly obratlů. Skrze hiatus aorticus prochází aorta a ductus thoracicus. Před hiatus aorticus mírně vlevo se nachází hiatus oesophageus tvořený rozestupem vláken crus mediale dextrum, jím prochází jícen a n. vagus. V centrum tendineum se nachází okrouhlý otvor foramen venae cavae inferior, kterým prochází stejnojmenná žíla. Inervace bránice je zajištěna párovým n. phrenicus, z plexus cervicalis kořenová inervace z C3 – C5.

## 3.2 ANATOMIE BŘIŠNÍCH SVALŮ

Břišní svaly se nacházejí mezi dolním hranou apertura thoracis inferior a horním obvodem pánve. Tvoří břišní stěnu vpředu laterálně a vzadu. Dělíme je do tří skupin. Ventrální skupina obsahuje m. rectus abdominis a m. pyramidalis. Laterální skupina zahrnuje m. obliquus externus et internus abdominis a m. transversus abdominis. Dorzální skupinu tvoří pouze m. quadratus lumborum.

### 3.2.1 Ventrální skupina břišních svalů

M. rectus abdominis tvoří dlouhý pás jdoucí po ventrální části trupu od chrupavek 5. – 7. žebra a processus xiphoideus. Upíná se na os pubis. Sval je přerušován ve svém průběhu třemi transverzálními šlašitými vložkami intersectiones tendinae. Mediálně probíhá svalem linea alba vytvořená úponem plochých šlach laterálních břišních svalů (Dylevský, 2000).

Linea alba jde od processus xiphoideus až na symfysu. Inervace svalu je cestou nn. Intercostales 7 – 12.

M. pyramidalis je malý trojúhelníkový sval jdoucí od linea alba k symfýze kde se upíná před m. rectus abdominis. Inervován je skrze n. subcostalis.

### 3.2.2 Laterální skupina břišních svalů

*M. obliquus abdominis externus* jde šikmo od 5. – 12. žebra, kde se jeho zuby vsouvají mezi zuby *m. serratus anterior* a *m. latissimus dorzi*. Upíná se zadními a kaudálními vlákny na *labium externum cristae iliacaе*, ostatní vlákna přechází zevně od *m. rectus abdominis* v *aponeurosis musculi obliqui externi* a upínají se tak do *linea alba*. Inervace pochází z nn. *intercostales* 5. – 12. (Čihák, 2001).

*M. obliquus abdominis internus* začíná na okraji hluboké thorakolumbální fascie, *crista iliaca* a laterální polovině *ligamentum inguinale*. Úpon svalu se nachází na ventrálním úseku tří kaudálních žeber, *linea alba* a mediální části *ligamentum inguinale*. Vlákna svalu se od svého začátku vějířovitě rozbíhají k místům úponu svalu. Inervace svalu je zajištěna nn. *intercostales*, n. *iliohypogastricus*, n. *ilioinguinalis*.

*M. transversus abdominis* tvoří nejhlouběji uloženou vrstvu břišní stěny. Začíná na vnitřní straně chrupavek 7. – 12. žebra, kde se prolíná s počátkem bránice (Dvořák, Holibka, 2006), na thorakolumbální fascii, *labium internum cristae iliacaе* a zevní části *ligamentum inguinale*. Průběh jeho vláken je horizontální a ventromediální. Upíná se pomocí aponeurozy do *linea alba* na vnitřní straně přímého břišního svalu. Inervován je nn. *intercostales* 7. - 12., n. *iliohypogastricus*, n. *ilioinguinalis* a n. *genitofemoralis* z *plexus lumbalis*. (Čihák, 2001)

### 3.2.3 Dorzální skupina břišních svalů

M. quadratus lumborum je plochý čtyřúhelníkový sval uložený po stranách páteře. Začíná na dolním okraji 8. žebra a na processu costarii L1 – 4. Upíná se na labium internum cristae iliaceae. Inervován kořenovou cestou z plexus lumbalis (Dylevský, 2000).

### 3.3 ANATOMIE SVALŮ PÁNEVNÍHO DNA

Svaly pánevního dna tvoří svým uspořádáním trychtýřovitý tvar, který svůj vrchol orientuje kaudálním směrem k rektu. Pánevní dno – *diaphragma pelvis* - je tvořeno dvěma svaly m. levator ani a m. coccygeus. Anatomicky i funkčně souvisí s pánevním dnem i dno urogenitální – *diaphragma urogenitale*, tvořené svaly m. transversus perinei profundus et superficialis, m. sphincter urethrae, m. ischiocavernosus a m. bulbospongiosus.

#### 3.3.1 M. levator ani

Se skládá ze dvou částí, laterální a mediální. Laterální část nazýváme pars iliaca – m. iliococcygeus a mediální pars pubica – m. pubococcygeus (Dylevský, 2000).

Čihák mluví o ventrální a laterální části (Čihák, 2001). Pars iliaca začíná od horního ramene stydké kosti a na zevním povrchu stydké spony. Laterálně začíná na zesílené fascii na povrchu m. obturatorius internus a spina ischiadica. Pars pubica tvoří sagitálně postavený svalový pruh začínající na horním rameni stydké kosti a pokračující až na kostrč. Svalové snopce probíhají šikmo mediálně, dorzálně a kaudálně a upínají se do ligamentum anococcygeum, které probíhá jako šlacha obou částí od kostrče k rektu. Za stydkou sponou je sval rozestoupen a pubické části obkružují z pravé a levé strany hiatus urogenitalis. Inervace svalu je přímými vlákny z plexus sacralis (Dylevský, 2000).

### 3.3.2 M. coccygeus

Doplňuje diaphragma urogenitale. Je tvořen svalovými snopci přiloženými k pánevní ploše ligamentum sacrospinale. Inervován je přímou cestou z plexus sacralis segmenty S3 a S4 (Čihák, 2001).

### 3.3.3 M. transversus perinei profundus

Je trojúhelníkovitý sval tvořící prakticky celé diaphragma urogenitale. Začíná od divergujících ramen sedacích a stydkých kostí. Ventrální okraj je přeměněn v ligamentum transversum perinei. Okolo močové trubice tvoří m. sphincter urethrae. Inervace jde cestou n. pudendus z plexus sacralis (Dylevský, 2000).

## 3.4 KINEZIOLOGIE

### 3.4.1 ROZDĚLENÍ DECHOVÝCH SVALŮ

Véle dělí dechové svaly na čtyři skupiny : primární inspirační, akcesorní auxiliární inspirační svaly a na primární expirační a akcesorní auxiliární svaly (Véle, 1997).

Inspirační svaly elevují žebra a způsobují tak rozšíření hrudní dutiny. Expirační svaly naopak působí kaudální posun žeber a tím zmenšení transverzálního průřezu hrudníkem. Primární dechové svaly jsou v činnosti při normální dechové práci a akcesorní nastupují při zvýšeném dechovém úsilí.

#### 3.4.1.1 Inspirační svaly primární

Diaphragma tvoří hlavní inspirační sval a mm. intercostales, mm. levatores costarum patří mezi pomocné hlavní nádechové svaly.

#### 3.4.1.2 Auxiliární inspirační svaly

Mezi auxiliární inspirační svaly patří mm. scaleni, mm. suprahyoidei et mm. infrahyoidei, m. sternocleidomastoideus , dále pak svaly pletence mm. pectorales, m. serratus posterior superior, m. latissimus dorsi a m. iliocostalis.



### 3.4.1.3 Expirační svaly primární

Jsou mm. intercostales a m. sternocostalis.

### 3.4.1.4 Auxiliární expirační svaly

Mezi akcesorní expirační svaly řadíme svaly břišní stěny, což jsou mm. obliqui abdominis externi et interni, m. transversus abdominis a mm. recti abdominis. Dále jsou mezi ně řazeny zádové svaly jako m. iliocostalis, m. erector spinae, m. serratus posterior inferior a m. quadratus lumborum. (Véle, 1997)

### 3.4.2 POPIS DÝCHÁNÍ

Dýchání je cyklus skládající se ze čtyř fází. Dvě fáze hlavní – inspirium (nádech) a expirium (výdech) jsou doplněné o dvě menší fáze - preexpirium a preinspirium.

Preinspirační fáze je krátké údobí mezi expirací a inspirací. Trvá asi 250 ms. Jde vlastně o pauzu expiračního pohybu, proto během této fáze stále přetrvává inhibiční vliv na svalovou aktivitu posturálně-lokomočního systému. Tuto fázi lze vědomě prodloužit a zvýraznit tak její inhibiční účinek. Využíváme toho například jako relaxační přípravy, kdy snižujeme obrannou aktivitu svalů například před nárazovou manipulací, mobilizací, PIR či měkkými technikami. Během celé preinspirační fáze se již začíná aktivovat bránice a na jejím konci se inhibiční vliv začíná měnit v excitační (Véle, 1997).

Samotná inspirace již vzniká činností inspiračních svalů, které zvětší objem dutiny hrudní posunem bránice kaudálně a žeber kraniálně, čímž dojde ke vzniku podtlaku v dutině hrudní. To vede k pasivnímu nasávání vzduchu do plic. Část energie inspiračních svalů se použije i k překonání pružného odporu hrudníku a plic. Inspirace má obecně excitační vliv na nervosvalový systém.

Preexpirační fáze je ze všech nejkratší, trvá jen asi 50 – 100 ms. Je to pauza inspiračního pohybu předtím, než se změní na pohyb expirační. Přetrvává ještě mírná aktivita bránice a zároveň i excitační vliv inspiria. Tuto fázi lze také vědomě prodloužit a zvýšit tak excitační účinek na posturálně-lokomoční svalový systém. Ke konci preexpirační fáze přechází zvýšená excitabilita do inhibičního vlivu (Véle, 1997).

Při expiriu dochází k obrácení silových poměrů, kdy hlavní aktivita převládá v břišních svalech a svalech pánevního dna. Bránice plynule přechází do excentrické kontrakce, zajišťuje tak dynamickou rovnováhu a plynulost výdechu. Elasticita hrudníku pomáhá při výdechu nakumulovanou energií ve sternokostálních chrupavkách (Véle, 1997).

### 3.4.3 ROZDĚLENÍ DÝCHÁNÍ

Dýchání můžeme dělit podle lokalizace na abdominální, dolní thorakální a horní thorakální, nebo podle funkce na brániční a kostální.

Umístění abdominálního dýchání je pod dolní hrudní aperturou. Tento typ by měl správně převládat v poloze vleže na zádech.

Dolní thorakální dýchání zahrnuje oblast od Th6 až po Th12 na páteři a dolní žebra na hrudníku (asi od 5. po 12. žebro).

Horní thorakální nebo také apikální dýchání zahrnuje dolní segmenty C páteře a horní segmenty Th páteře a hrudník od horní apertury až asi po 5. žebro.

Brániční dýchání je popisováno jako souhrn abdominálního a dolního thorakálního dýchání. Kolář popisuje, že při něm se při nádechu aktivuje bránice, dojde k jejímu oploštění a tím jsou stlačovány břišní orgány kaudálně. Dolní hrudní dutina a břišní dutina se rovnoměrně rozšiřují. Podstatu vidí v rozšiřování dolní hrudní apertury a ventrálnímu pohybu sternu. Při tomto typu dýchání jsou auxiliární dechové svaly relaxovány.

Kostální dýchání je podle Koláře způsob dýchání, při kterém dochází k migraci sternu kраниokaudálně a hrudník se prakticky nerozšiřuje. Nádech je zprostředkován též auxiliárními svaly (Kolář, 2006).

Další dělení může být podle intenzity dýchání:

1. Klidné dýchání – při klidném dýchání participují pouze primární dýchací svaly.
2. Intenzivní dýchání – při tomto typu dýchání se podílí již auxiliární svalstvo.
3. Forsírované dýchání – vzniká volním rozhodnutím bez vnitřní potřeby (dechová cvičení) nebo při pocitu dechové nouze, podíl auxiliárních svalů a akcesorních svalů je značný (Véle, 1997).

#### 3.4.4 KINEZIOLOGICKÁ FUNKCE BRÁNICE A BŘIŠNÍCH SVALŮ PŘI POSTURÁLNÍ AKTIVITĚ

Bránice působí jako hlavní nádechový sval. Při fyziologickém inspiriu klesá mírně centrum tendineum, brániční klenba se oplošťuje a tím vzniká v hrudní dutině podtlak vytvářející inspirium.

Během nádechu bránice stahuje své centrum tendineum směrem dolů, čímž zvětšuje vertikální rozměr hrudníku. Pokles centra je ale brzy zastaven mimo jiné i rezistencí břišních orgánů. Ukončení poklesu šlašitého centra a jeho stabilizace jsou nezbytné pro další fázi nádechu, a tím je zvedání dolních žeberech. Bez zapojení břišního svalstva by došlo k nežádoucímu vyklenutí břišní stěny. Orgány dutiny břišní by byly stlačeny dolů a dopředu a neumožnily by tak dostatečnou stabilizaci bránice (Kapandji, 1974; Kendall, 1993; Véle, 1997).

Pro kontrakci bránice je důležité punktum fixum na dolních žeberech, které pomáhá vytvářet svou kontrakcí *m. transversus abdominis*, *m. quadratus lumborum* a *m. serratus posterior inferior* (Dylevský, 2000; Suchomel 2006).

V součinnosti s kaudálním posunem bránice dochází k rotaci žeberech v kostovertebrálních kloubech a tím díky tvaru žeberech k rozšíření hrudního koše. Elevací horních žeberech se pomocí sternu zvětšuje anteroposteriorní rozměr hrudního koše a elevací spodních žeberech se zvětšuje transverzální rozměr (Kapandji, 1974).

Při kontrakci bránice probíhá kontrakce pánevního dna a břišních svalů částečně s *m. transversus abdominis* a úzce tak souvisí se zvětšením intraabdominálního tlaku během posturálních nároků (Hemberg, Moritz and Löwing 1985, Cresswell et al. 1994).

Posturální aktivita a dechová funkce bránice spolu souvisí a probíhají paralelně, či dochází k synchronizaci dechu s posturálně složitější funkcí nebo dochází až k apnoické pauze, kdy je respirační svalstvo využito pro posturální činnost (Kolář, 2006).

Toto se však může uskutečnit pouze za podmínek nezvýšené potřeby ventilace, jelikož zvýšená hladina CO<sub>2</sub> působí reflexní povolení tonické aktivity bránice a ruší tak její stabilizační funkci (Hodges, Heijnen & Gandevia, 2001).

Bylo prokázáno, že tonická aktivita bránice stabilizující trup se zvyšuje před aktivitou svalů vykonávajících pohybové funkce a její aktivita je koordinována společně s mezižeberními svaly (Hodges, Butler, McKenzie, & Gandevia, 1997; Hodges, Gandevia, 2000).

Další studie prokázala, že cvičením svalů vykonávajících pohybové funkce dochází k posílení bránice, autoři navrhují využití těchto poznatků v respirační fyzioterapii (DePalo, Parker, Al-Bilbeisi, & McCool, 2003).

### 3.5 PATOKINEZIOLOGIE

Nejčastějším ukazatelem patologického stavu bránice je stereotyp dýchání. Pokud je špatné zapojení bránice do funkčních, dechově posturálních vztahů, dochází zejména k náboru aktivity auxiliárních dechových svalů. Pohyb hrudníku v oblasti sternu je kraniokaudální. Nedochozí k rozšiřování mezižeberních prostor a dolní hrudní apertury. Vše je následkem porušených biomechanických vztahů trupu. Kraniální migrace sternu způsobí zešíkmení předozadní osy bránice, následuje oblenění aktivity *m. transversus abdominis*, který tvoří důležité *punctum fixum* nejen pro bránici, ale i pro břišní svaly. Vlivem nedostatečné stabilizační aktivity bránice dochází ke zvýšené aktivitě paravertebrálních svalů a horní části *m. rectus abdominis*. Toto zvýšení aktivity je snahou o stabilizaci trupu náhradními mechanismy a nazýváme jej paradoxní stabilizací.

## 4 METODIKA

### 4.1 POPIS PŘÍSTROJE

Měření jsme prováděli na patentovaném svalovém dynamometru SD 02, propojeným s PC. Programové vybavení je SOFTDYN 02. Držitelem patentu je Ing. Jiří Holibka. Výrobce dynamometru je firma Hitron. Dynamometr se skládá ze tří měřících senzorů označených červenou, modrou a zelenou barvou, vlastního přístroje a počítače, který slouží k zobrazení a vyhodnocení záznamů z jednotlivých senzorů. Sensory jsou připevněny na textilních pásech, umožňujících upevnění na těle probanda.



## 4.2 POSTUP MĚŘENÍ

Proband byl v poloze vsedě a jsou na něm připojeny senzory dynamometru tak, že červený snímá horní hrudní dýchání v místě podklíčkové jamky. Modrý senzor je umístěn těsně pod dolním okrajem posledních žeber na dorzu, přibližně v oblasti laterálního okraje thorakolumbální fascie. Sleduje dolní hrudní dýchání. Zelený senzor je umístěn na spojnici mamilární a bispinální čáry a zaznamenává změny zatížení v podbřišku (Obrázek 1, 2).

1. V první fázi měření jsme nechali probanda volně dýchat a zaznamenávali jeho dechový stereotyp.
2. V druhé fázi jsme probanda instruovali k dýchání do podbřišku.
3. Ve třetí fázi jsme nechali probanda provést Valsalvův manévr. Valsalvův manévr je popisován jako maximální marné výdechové úsilí po předchozím nádechu. Tím je mnohonásobně zvýšen intrapulmonální tlak.
4. Ve čtvrté fázi měření proband prováděl Müllerův manévr, kdy dochází k maximálnímu marnému výdechovému úsilí.
5. V páté fázi jsme nechali probanda zvednout ze sedu do stoje se závažím o váze odpovídající 20 % jeho tělesné hmotnosti.

## 5 VÝSLEDKY

Výsledky měření byly zaznamenávány grafickým výstupem, referenční rozsah měření byl od 0 do 10 kg. Do studie byli použiti čtyři zdraví jedinci ve věku od 25 do 27 let. Tři muži a jedna žena.

První fáze měření zjišťovala stereotyp dýchání. U probandů č. 1, 2, 4 byla zjištěna převaha kostálního typu dýchání. U probanda č. 2 bylo zjištěno převládající brániční dýchání jako dechový stereotyp (Obrázek 3).

Při druhé fázi měření byl proband vyzván k nádechu do podbřišku, při správném provedení došlo ke změně tlakových poměrů pod senzory. Červený senzor začal vykazovat snížení aktivity. Naopak zelený senzor, zaznamenávající tlak v inguinální oblasti, počal vykazovat aktivitu, která se zdá být součtem jeho původního zatížení a rozdílem úbytku zatížení červeného senzoru. Současně došlo i k částečnému zvýšení zatížení modrého senzoru, zaznamenávajícím dorzolaterální rozšíření dolní části hrudníku (Obrázek 4).

Při třetí fázi jsme zaznamenávali Valsalvův pokus, při něm bylo zaznamenáno zvýšení zatížení pod všemi senzory, avšak změna zatížení korelovala s aktivitou senzorů při měření dechového stereotypu (Obrázek 5).

Ve čtvrté fázi měření jsme posuzovali Müllerův manévr. Při něm docházelo ke zvýšení zatížení modrého a zeleného senzoru, červený senzor vykazoval u probandů č. 1, 2, 4 prakticky nulové zatížení. U probanda č. 3 bylo zatížení pouze mírně sníženo (Obrázek 6).

Pátá fáze měření posuzovala změny v zatížení senzorů při zvednutí probanda ze sedu do stoje se závažím odpovídajícím 20% jeho tělesné váhy. Zatížení se výrazně zvýšilo na modrém a červeném senzoru u všech probandů, u probandů č. 2 a 3 došlo k výraznějšímu zvýšení zatížení zeleného senzoru (Obrázek 7). U probandů č. 2 a 3 se tak projevila stabilizační aktivita bránice.

## 6 DISKUSE

Většina autorů soudobých prací zaměřených na problematiku posturální a dechové funkce bránice se shoduje, že její vliv na tyto funkce je klíčový. Obecně byl a je zastáván názor, že bránice napomáhá vytvářet nitrobřišní tlak, společně s aktivitou břišních svalů a svalů pánevního dna, který slouží ke stabilizaci páteře. Některé práce popírají vysvětlení, že by zvýšení břišního tlaku vedlo k výraznějšímu odlehčení páteře (Marras, Mirka, 1996; Miyamoto, Inuma, Maeda, Wada & Shimizu, 1999; Miyamoto, Shimizu & Masuda, 2002), avšak nemusí to být zákonitě pouze vliv nitrobřišního tlaku, který pomáhá se stabilizací páteře z přední strany. Nitrobřišní tlak může být pouze jakýmsi vedlejším podpurným efektem koaktivace svalů břišní stěny.

Mnohé studie prokázaly, že aktivita bránice předchází aktivitu svalů na periferii, toto zjištění vedlo k pokusu posílit dechové svaly, zejména bránici, cviky zaměřenými na svaly, které nesouvisí přímo s dýcháním. Při těchto cvicích byla zjištěna zvýšená aktivita bránice a docházelo tak k jejímu posílení. Následně byla prokázána změna trofiky bránice a zvětšení nitrobřišního tlaku (DePalo, Parker, Al-Bilbeisi, & McCool, 2003). Avšak autoři do studie nezahrnuli hodnocení kvality zapojení při stabilizační činnosti bránice a tím nelze posoudit, zda cvičením došlo ke zlepšení i těchto funkcí. Zvětšení nitrobřišního tlaku samo o sobě nemusí vypovídat o kvalitě posturálních funkcích bránice. Je třeba ho proto používat v širších souvislostech a spíše jako jeden z dílčích prostředků testování.

## 7 ZÁVĚR

Naším cílem v této práci bylo zhodnocení možnosti testování dechových a stabilizačních funkcí bránice pomocí svalového dynamometru a jeho další využití. Zjistili jsme, že vztah mezi bráničním dýcháním a kostálním je antagonistický. Při zapojení kostálního dýchání vypadává funkce dýchání bráničního a naopak. Pro hodnocení zapojení bránice se jeví nejcitlivější zkouška Müllerova manévru, při které došlo k zvýšení tlaku v podbříšku u testovaných osob, které byly schopny aktivovat brániční dýchání na pokyn. Naopak testování Valsalvova pokusu se jeví jako nepříliš vhodný, jelikož dochází k masivnímu zvýšení tlaku nejen v hrudní, ale i břišní dutině, což může vést ke zkreslení výsledků.

Dalším využitím svalového dynamometru může být při diagnostice poruch a reedukace dechového stereotypu. Grafické znázornění může usnadnit pomocí zpětné vazby edukaci pacientů s poruchou dechového stereotypu. Pro diagnostiku je třeba v programovém vybavení přístroje vytvořit možnost číselného zobrazení, které by sloužilo k přesnější orientaci ve výsledcích.

## 8 REFERENČNÍ SEZNAM

- AL-BILBESI, F, MCCOOL, F.D. Diaphragm recruitment during nonrespiratory activities. *Am J Respir Crit Care Med* . 2000, no. 162, s. 456-459.
- ALIVERTI, A., et al. Human respiratory muscle actions and control during exercise. *Jurnal of applied Physiology*. 1997, no. 83, s. 1256-1269.
- BARTELINK, D.L. The role of intra-abdominal pressure in relieving the pressure on the lumbar vertebral discs. *J Bone Joint Surg Br*. 1957, no. 39, s. 718-725.
- CRESSWELL, A.G., et al. Observations on intra-abdominal pressure and patterns of abdominal intra-muscular activity in man. *Acta Physiol Scand* . 1992, no. 144, s. 409-418.
- CRESSWELL, A.G., et al. The influence of sudden perturbations on trunk muscle activity and intra-abdominal pressure while standing. *Experimental Brain Resarch*. 1994, no. 98, s. 336-341.
- ČIHÁK, Radomír. *Anatomie 1. 2. dopl. vyd. Praha : Grada, 2001. 497 s. ISBN 80-7169-970-5.*
- DEPALO, Vera, et al. Respiratory muscle strength training with nonrespiratory maneuvers.. *Journal of Applied Physiology*. 2004, vol. 96, no. 9, s. 731-734.
- DYLEVSKÝ, Ivan, DRUGA , Rostislav, MRÁZKOVÁ, Olga. *Funkční anatomie člověka. Praha : Grada, 2000. 664 s. ISBN 80-7169-681-1.*
- DVOŘÁK, R., HOLIBKA, V. Nové poznatky o strukturálních předpokladech koordinace funkce bránice a břišní muskulatury. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 2006, č. 2, s. 55-61.
- GRILLNER, S, NILSSON, J, THORSTENSSON, A. Intraabdominal pressure changes during natural movements in man. *Acta Physiol Scand* . 1978, no. 103, s. 275-283.
- HEMBORG, B.M., et al. Intra-abdominal pressure and trunk muscle activity during lifting. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*. 1985, no. 17, s. 25-38.
- HODGES, P.W., et al. Contraction of the human diaphragm during rapid postural adjustment . *Journal of Physiology*. 1997, vol. 505, no. 2, s. 539-548
- HODGES, P.W., GANDEVIA, S.C. Activation of the human diaphragm during a repetitive postural task. *Journal of Physiology*. 2000, no. 522, s. 165-175.
- HODGES, Paul W., GANDEVIA, Simon C. Changes in intra-abdominal pressure during postural and respiratory activation of the human diaphragm. *Journal of Applied Physiology*. 2000, no. 89, s. 967-976.

HODGES, P.W., HEIJNEN, I., GANDEVIA, S.C. Postural activity of the diaphragm is reduced in humans when respiratory demand increases. *Journal of Physiology*. 2001, no. 537, s. 999-1008.

KAPANDJI, I.A. *The physiology of the joints*. London : Churchill Livingstone, 1974.

KENDALL, F.P., et al. *Muscles testing and function..* 4th edition. Baltimore : Williams & Wilkins, 1993. 448 s. ISBN 0683045768.

KOLÁŘ, Pavel. Vertebrogenní obtíže a stabilizační funkce svalů – diagnostika. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 2006, č. 4, s. 155-170.

MARRAS, W.S., MIRKA, G. A. Intra-abdominal pressure during trunk extension motions. *Clinical biomechanics*. 1996, no. 11, s. 267 -274.

MIYAMOTO, K., et al. Effects of abdominal belts on intra-abdominal pressure, intramuscular pressure in the erector spinae muscles and myoelectrical activities of trunk muscles. *Clinical biomechanics*. 1999, no. 14, s. 79-87.

MIYAMOTO, K., et al. Fast magnetic resonance imaging used to evaluate the effect of abdominal belts during contraction of trunk muscles. *Spine*. 2002, no. 27, s. 1749-1755.

NORDIN, M, ANDERSON, G.B.J., POPE, M.H. *Musculoskeletal disorders in the workplace*. St. Louis, Missouri : Mossby, 1997.

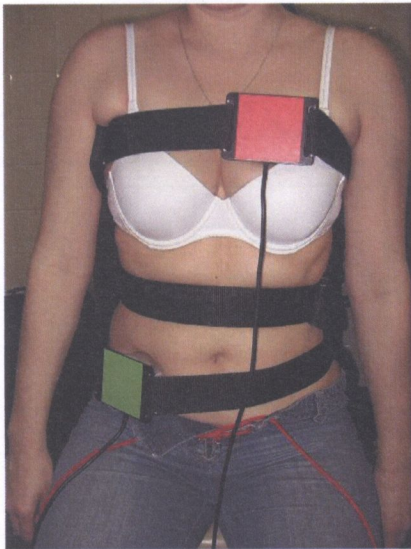
SANNA, A., et al. Chest wall kinematics and respiratory muscle action in walking healthy humans. . *Journal of Applied Physiology*. 1999, no. 87, s. 938-946.

SKLÁDAL , J. *Bránice člověka ve světle normální a klinické fyziologie*. Praha : Academia, 1976. 101 s.

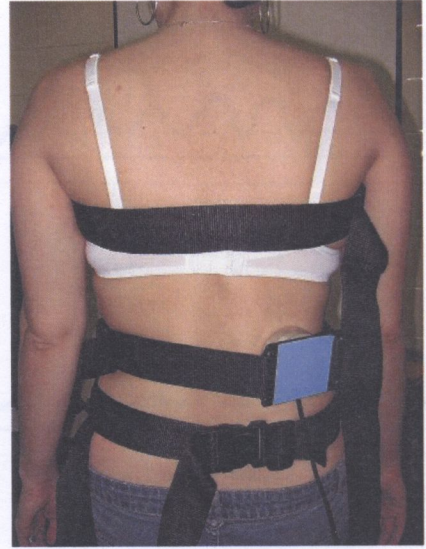
SUCHOMEL, T. Stabilita v pohybovém systému a hluboký stabilizační systém – podstata a klinická východiska. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 2006, č. 3, s. 112-124.

VÉLE, František. *Kineziologie pro klinickou praxi*. 1. vyd. Praha : Grada, 1997. 271 s. ISBN 80-7169-256-5.

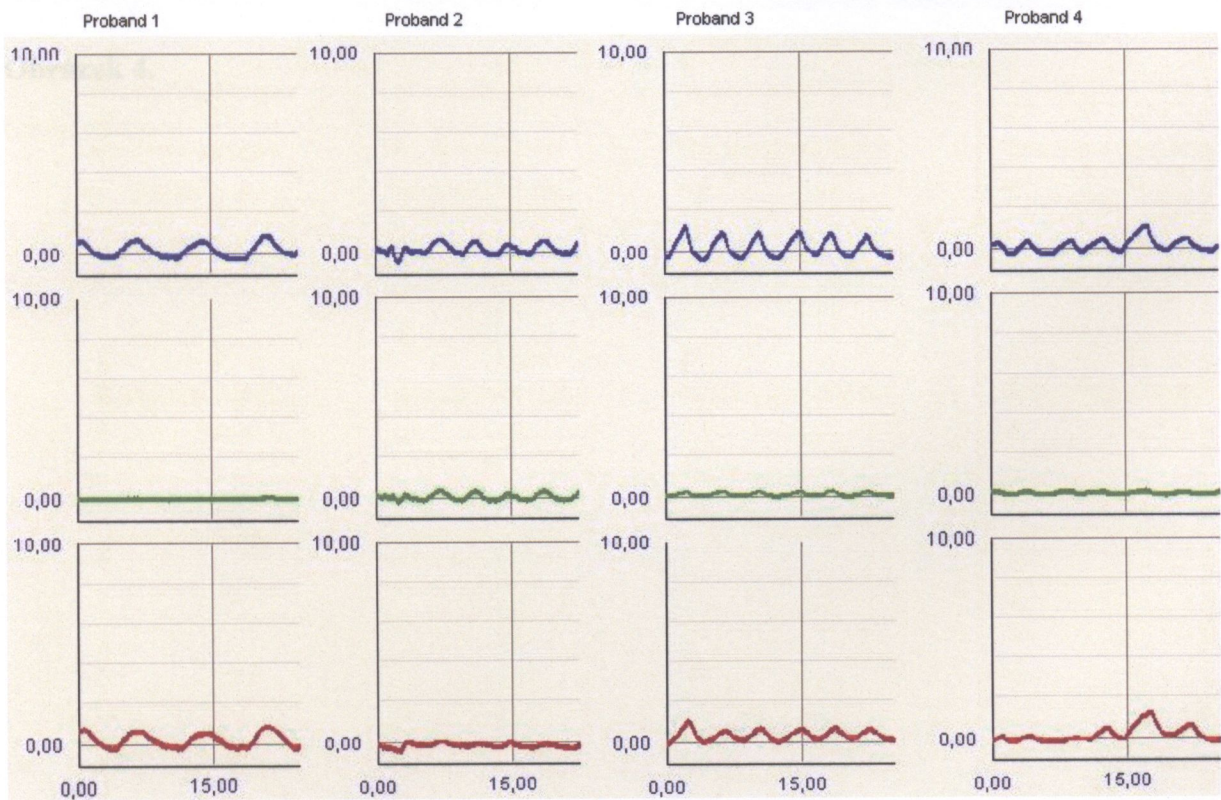
## 9 PŘÍLOHY



Obrázek 1.

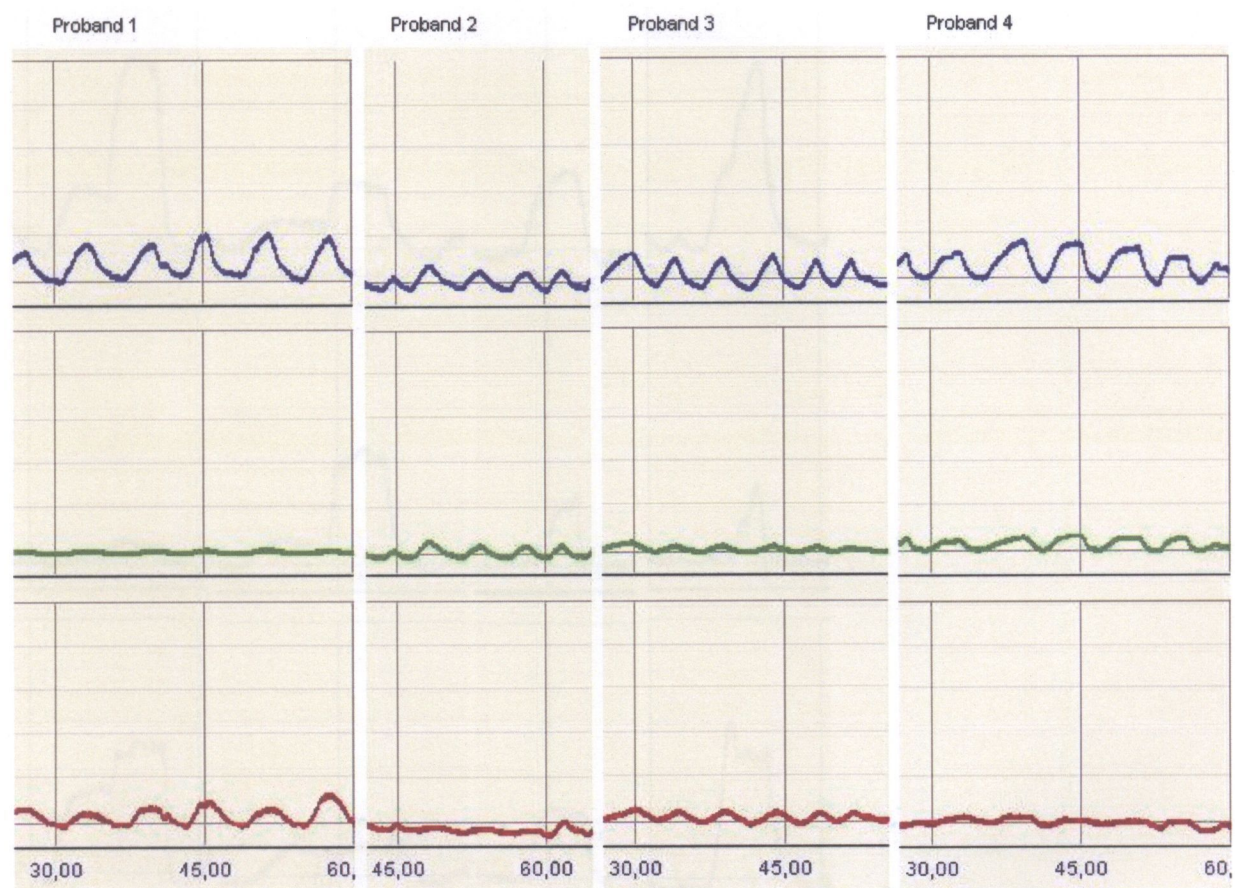


Obrázek 2.



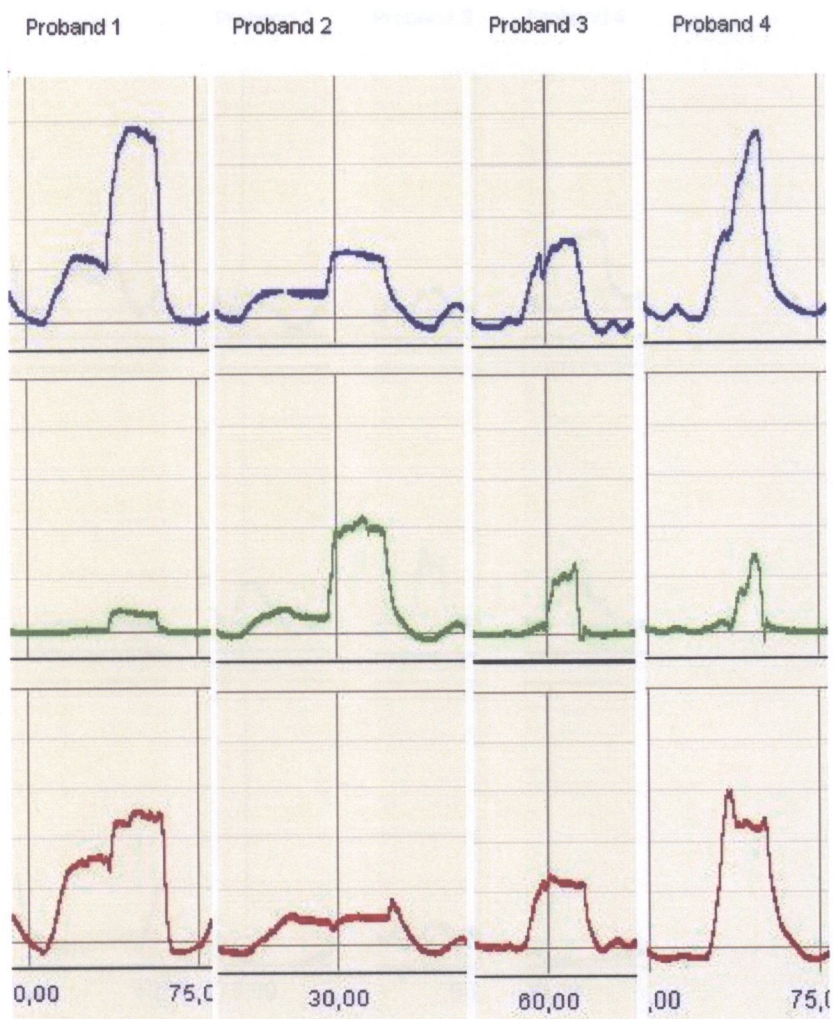


Obrázek 3.

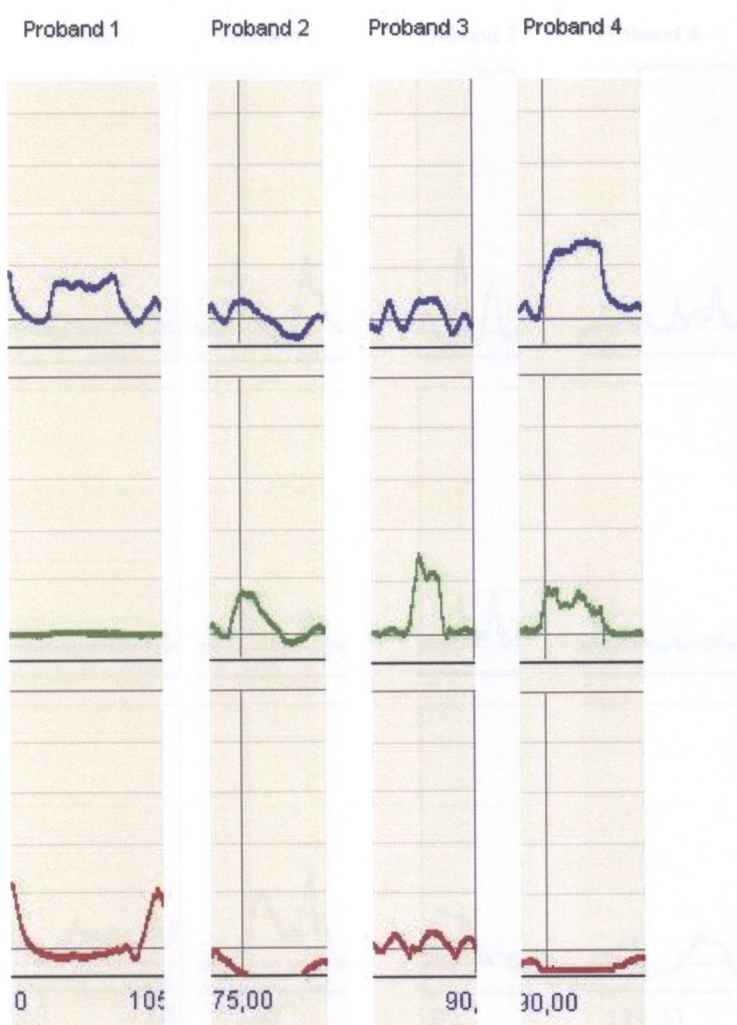


Obrázek 4.

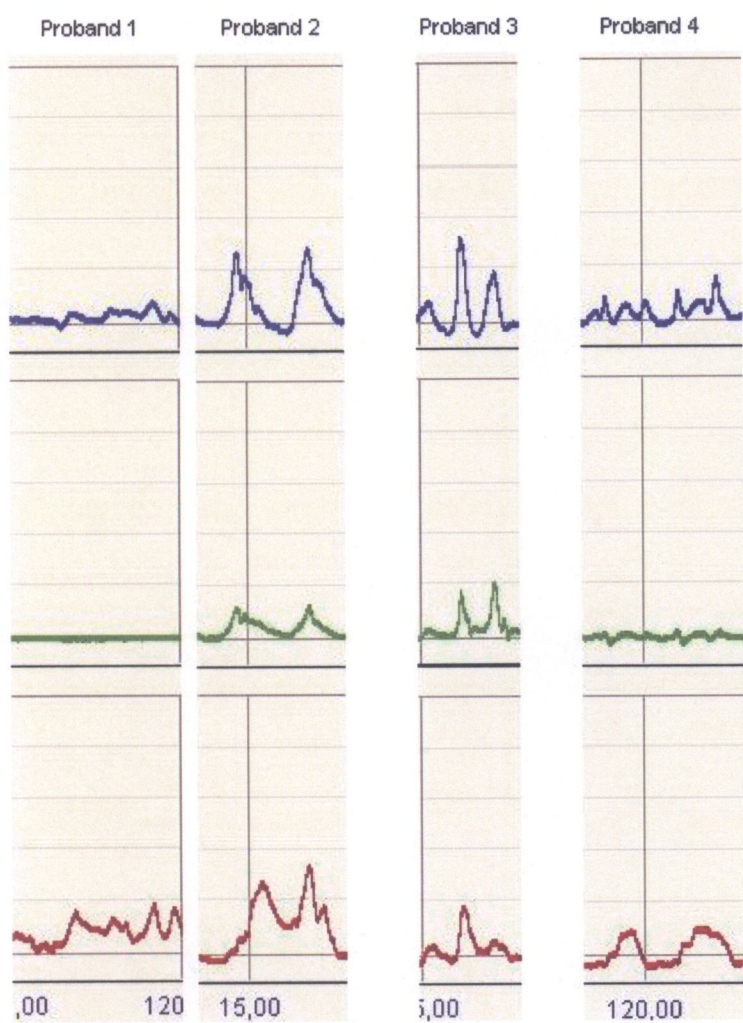
Obrázek 5.



Obrázek 5.



Obrázek 6.



Obrázek 7.