

Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta tělesné kultury

**ANALÝZA CHŮZE U OSOB S DIAGNÓZOU NORMOTENZNÍ  
HYDROCEFALUS**

Diplomová práce

Autor: Bc. Martina Fabiánová

Vedoucí práce: Mgr. Zdeněk Svoboda, Ph.D.

Olomouc 2016

**Jméno a příjmení autora:** Bc. Martina Fabiánová

**Název diplomové práce:** Analýza chůze u osob s diagnózou normotenzní hydrocefalus

**Pracoviště:** Katedra přírodních věd v kinantropologii

**Vedoucí diplomové práce:** Mgr. Zdeněk Svoboda, Ph.D.

**Rok obhajoby diplomové práce:** 2016

**Abstrakt:**

Tato diplomová práce se zabývá analýzou chůze u osob s diagnózou normotenzní hydrocefalus. V teoretické části jsou uvedeny základní poznatky o definici a dělení hydrocefalu, také o diagnostice a léčbě normotenzního hydrocefalu. Samostatná kapitola je věnována chůzi. Motorické poruchy pacientů byly zkoumány analýzou chůze před a po drenážní operaci. Pro potřeby 3D kinematické analýzy byl k posuzování parametrů chůze využit systém Vicon MX, a pro dopočítání časově-prostorových parametrů také silové plošiny Kistler. Našeho měření chůze se zúčastnilo 9 osob s diagnózou normotenzní hydrocephalus, avšak u třech osob nebylo možné provést kontrolní měření 4 až 5 měsíců po operaci pro posouzení efektu operačního zákroku. Výzkumný soubor tedy tvořilo 6 osob (4 muži a 2 ženy, věk  $67,2 \pm 5,7$  let, výška  $171,8 \pm 14,4$  cm, hmotnost  $91,5 \pm 21,3$  kg). Kontrolní měření po operaci proběhlo  $4,6 \pm 0,8$  měsíců po operaci. Cílem diplomové práce bylo zhodnotit motoriku - chůzi pacientů s diagnózou normotenzní hydrocefalus před a po provedené drenážní operaci. Pro porovnání hodnot před a po operaci byl vzhledem k malé velikosti souboru použit neparametrický párový Wilcoxonův test. Věcná významnost byla hodnocena pomocí koeficientu  $r = \sqrt{Z} / N$ , kde Z je výsledek testového kritéria Wilcoxonova testu a N je celkový počet vzorků. Hodnota  $r > 0,5$  byla uvažována jako velký efekt, hodnota  $0,3 < r < 0,5$  jako střední efekt. Zjistilo se, že z časově-prostorových parametrů se signifikantně zlepšila frekvence kroku, délka kroku, trvání kroku a rychlost chůze. Co se týče úhlových parametrů dolních končetin a pánve, došlo ke statistickému zlepšení v oblasti hlezenního, kolenního a kyčelního kloubu.

**Klíčová slova:** hydrocefalus, normotenzní hydrocefalus, chůze, krokový cyklus, shunt

Souhlasím s půjčováním diplomové práce v rámci knihovních služeb.

**The name and surname of the author:** Bc. Martina Fabiánová

**The name of the diploma thesis:** Analysis of walk in persons diagnosed with normotensive hydrocephalus

**Workplace:** Department of Natural Sciences in Kinantropology

**Leader of the thesis:** Mgr. Zdeněk Svoboda, Ph.D.

**Year defence of the diploma thesis:** 2016

**Abstract:**

This thesis is concerned with the analysis of gait in subjects diagnosed with normotensive hydrocephalus. The theoretical segment states the basic knowledge on the definition and classification of hydrocephalus, including the diagnosis and treatment of normotensive hydrocephalus. A separate section is devoted to gait. Motor disorders of patients were examined by analysis of gait before and after a drainage operation. The Vicon MX system was used for the purposes of 3D kinematic analysis and the assessment of walking parameters; and piezoelectric strength platform by Kistler for the calculation of time-spatial parameters. 9 subjects took part in our measurement of gait, all with the diagnosis of normotensive hydrocephalus, but in respect of three persons it has not been possible to perform the control measurements 4 to 5 months after surgery for the assessment of the effect of the surgical operation. The researched group was therefore comprised of 6 subjects (4 men and 2 women, age  $67.2 \pm 5.7$  years, height  $171,8 \pm 14,4$  cm, weight  $91.5 \pm 21.3$  kg). The aim of the diploma thesis was to evaluate the motor skills - gait in patients diagnosed with normotensive hydrocephalus before and after the drainage operation. Due to the small size of the group, a non-parametric paired Wilcoxon test was used for the comparison of the values before and after the surgery. Material significance was evaluated using the coefficient  $r = \sqrt{Z} / N$ , where Z represents the result of the test criteria of the Wilcoxon test and N is the total number of samples. The value of  $r > 0,5$  was considered as a great effect, the value of  $0,3 < r < 0,5$  as a mean effect. It was found that from the point of time-spatial parameters the frequency of the step was improved significantly, as well as the length, duration of the step and the walking speed. As regards the angle parameters of the lower extremities and pelvis, there has been a statistical improvement in the area of the knee and hip joint.

**Key words:** Hydrocephalus, normotensive hydrocephalus, gait, stepper cycle, shunt

I agree with the lending of the diploma thesis in the framework of library services.

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně pod vedením Mgr. Zdeňka Svobody, Ph.D. a uvedla všechny literární a odborné zdroje v referenčním seznamu a dodržovala zásady odborné etiky.

V Olomouci, dne 30. 5. 2016 .....

Děkuji Mgr. Zdeňku Svobodovi, Ph.D. za pomoc, cenné rady a čas, které mi poskytl při zpracování bakalářské práce. Také děkuji svému příteli za poskytnuté zázemí a veškerou pomoc s diplomovou prací.

# OBSAH

<b>1 ÚVOD</b> .....	<b>8</b>
<b>2 NORMOTENZNÍ HYDROCEFALUS – SOUČASNÉ POZNATKY</b> .....	<b>10</b>
2.1 Definice .....	10
2.2 Epidemiologie .....	10
2.3 Patofyziologie .....	10
2.4 Dělení hydrocefalu .....	12
2.5 Klinické příznaky normotenzního hydrocefalu .....	13
2.6 Diagnostika .....	15
2.7 Diferenciální diagnostika .....	20
2.8 Terapie .....	21
2.8.1 Rehabilitační léčba .....	26
<b>3 CHŮZE</b> .....	<b>31</b>
3.1 Definice .....	31
3.2 Krokový cyklus .....	31
3.3 Aktivace svalů během krokového cyklu .....	36
3.4 Charakteristika chůze .....	38
<b>4 CÍL</b> .....	<b>41</b>
4.1 Hlavní cíl .....	41
4.1.1 Dílčí cíle .....	41
4.2 Hypotézy .....	41
<b>5 METODIKA</b> .....	<b>42</b>
5.1 Charakteristika měřeného souboru .....	42
5.2 Metody a měřicí zařízení .....	42
5.3 Realizace měření .....	42
5.4 Zpracování dat .....	43
5.5 Statistické zpracování dat .....	43
<b>6 VÝSLEDKY</b> .....	<b>44</b>
6.1 Vyjádření k hypotéze H1 .....	51
6.2 Vyjádření k hypotéze H2 .....	52
<b>7 DISKUZE</b> .....	<b>53</b>
<b>8 ZÁVĚR</b> .....	<b>57</b>
<b>9 SOUHRN</b> .....	<b>58</b>
<b>10 SUMMARY</b> .....	<b>59</b>
<b>11 REFERENČNÍ SEZNAM</b> .....	<b>60</b>

# 1 ÚVOD

Slovo hydrocefalus pochází z řeckého slova hydro - voda a kefale - hlava, když to spojíme dohromady, znamená to „voda v nitrolební dutině“. V medicíně tento pojem zpravidla označuje zvýšení objemu mozkomíšního moku v dilatovaném komorovém systému. Toto onemocnění se vyskytuje již od pradávna je charakterizované nadměrným hromaděním likvoru v mozkových komorách nebo v subarachnoideálním nitrolebním prostoru. Vzniká v důsledku porušení rovnováhy mezi tvorbou a resorpcí likvoru anebo v důsledku překážky narušující fyziologickou cirkulaci. Toto onemocnění se vyznačuje zvětšením komorového systému mozku a trvalými nebo přechodnými příznaky nitrolebeční hypertenze (Kala, 2005).

Onemocnění hydrocefalus lze rozdělit do několika typů. Z anatomických a fyziologických poměrů vyplývá, že porucha, která vede k hydrocefalu, může nastat na všech úrovních systému. Může být hydrocefalus vrozený a získaný, obstrukční či neobstrukční, symetrický, vnitřní a zevní, komunikující a nekomunikující nebo také normotenzní. Poslednímu vypsámu se budeme v této práci dopodrobna věnovat. Klinické příznaky závisí především na rychlosti vzniku, typu hydrocefalu, době trvání, zralosti mozkové tkáně. Hydrocefalus má velmi široké spektrum pacientů a to od novorozenců až do pozdního věku života. Mají velmi různorodé klinické příznaky, ale najdou se některé rysy společné.

Normotenzní hydrocefalus (Normal Pressure Hydrocephalus – dále NPH) je specifickou formou komunikujícího hydrocefalu. Objevuje se u osob starších 60 let (Kala, 2005). Dle Černého (2003) asi čtvrt milionu lidí v USA se symptomy demence, Alzheimerovy choroby a Parkinsonovy nemoci má NPH.

V roce 1964 se poprvé objevuje termín NPH v doktorské práci dr. Salomóna Hakima (Hakim, 1964). Za mezník je pak považován v anglickém písemnictví článek dr. Adamse, kde byl popsán rozšířený komorový systém bez známek zvýšeného intrakraniálního tlaku klinicky se projevující poruchou chůze, demencí a inkontinencí, které budou popsány podrobněji dále (Adams et al., 1965).

Toto onemocnění můžeme v literatuře najít i pod jinými názvy, všechna synonyma sepsal Friedland (1989): nízkotlaký, komunikující, vnitřní, okultní, tenzní, hydrostatický, variotenzní, intermitentně tlakový hydrocefalus a hydrocefalická demence. V posledních letech se ujal právě pojem normotenzní hydrocefalus, a proto ho budeme užívat i v této práci. Pokud je z anamnézy znám dřívější infarkt mozkové tkáně – subarachnoidální krvácení,



trauma, iktus či nádor, označujeme NPH jako sekundární. Pokud není žádný takový faktor znám, je označován jako idiopatický neboli primární NPH. Neexistují žádné celosvětově akceptované standardy pro nedostatek relevantních studií. Dalším komplikujícím faktorem jsou u různých autorů rozdílná diagnostická kritéria, prolínání se pacientů s idiopatickým a sekundárním NPH, rozdílná klasifikace tíže klinických příznaků, srovnání výsledků terapie a další (Vybíhal, 2011).

## **2 NORMOTENZNÍ HYDROCEFALUS – SOUČASNÉ POZNATKY**

### **2.1 DEFINICE**

Mezi nejčastěji používané definice normotenzního hydrocefalu je, že se jedná o – „onemocnění, které se projevuje typickou klinickou triádou zahrnující nestabilitu při chůzi, demenci a močovou inkontinenci při idiopatické ventrikulomegalii a normálním nitrolebečním tlaku“ (Kala, 2005, 39).

Mezi další definice můžeme zařadit od Bech-Azedine et al. (2001), kdy je NPH charakterizován jako onemocnění neznámé etiologie, které se projevuje poruchami chůze, močovou inkontinencí a poruchami kognitivními. K potvrzení diagnózy je potřeba nález ventrikulomegalie, likvorodynamické vyšetření stanovující zvýšení výtokového odporu mozkomíšního moku (tato hodnota je 16 mm Hg/ml/min a vyšší).

### **2.2 EPIDEMIOLOGIE**

Incidence a prevalence NPH není úplně známa. Jedním z důvodů je, že nejsou žádná obecně akceptovaná neuropatologická kritéria pro stanovení diagnózy NPH. Poslední dobou se ale v literatuře objevují první odhady frekvence výskytu hydrocefalu, ze kterých vyplývá, že minimálně 20% pacientů s NPH není adekvátně léčeno (Brean et al., 2009). S postupujícím se prodlužováním průměrného věku, zlepšováním diagnostiky a zájmu o zlepšování kvality života, může docházet i ke zvyšování výskytu a také zachytu nemocných s NPH.

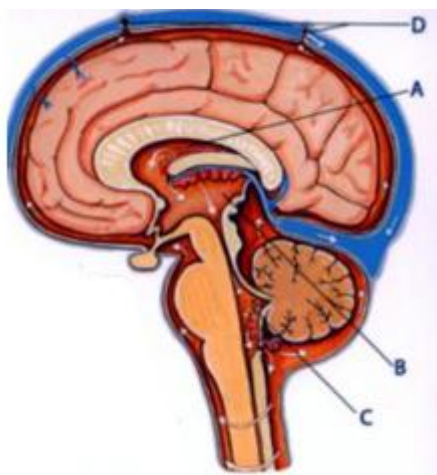
### **2.3 PATOFYZIOLOGIE**

Existuje několik teorií, které se snaží objasnit patofyziologické mechanismy vzniku NPH. Klasický koncept („bulk flow“) vycházející z prací Dandyho a Blackfan (1914) předpokládá, že onemocnění hydrocefalus vzniká při nerovnováze tvorby a vstřebávání likvoru. Mozkomíšní mok (synonymum likvoru) je čirá, zažloutlá, lehce alkalická tekutina o specifické hmotnosti  $1,007 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ . Je v přímém kontaktu s centrálním nervovým systémem. Společně s likvorovými prostory tvoří kompartment podobný systému lymfatickému (Kaňovský et al., 2007).

Jednou z významných funkcí likvoru je mechanická obrana CNS v subarachnoideovém prostoru, jelikož mozek v mozkomíšním moku vlastně plave, tímto jej nadlehčuje a chrání před mechanickými nárazy (Čihák, 2004). Je známo, že tvorba mozkomíšního moku není závislá na intrakraniální tlaku, ale jeho resorpce na něm závislá je. Celková denní produkce mozkomíšního moku se pohybuje okolo 430-580 ml za 24 hodin. Celkové množství činí 120-180 ml likvoru, průměrně kolem 140 ml (z toho je jedna čtvrtina v dutinách CNS, zbytek objemu je v prostotu mezi dvěma měkkými mozkomíšními plenami – spatium subarachnoideum. Třikrát denně se kompletně obnoví (Čihák, 2004).

Mozkomíšní mok je neustále obnovován. Mezi jeho zdroje patří cévy choroideálního plexu postranních komor, III. a IV. komory, pia mater a tkáň mozku. Kolem 50 % likvoru vyplňující mozkové komory a subarachnoideální prostory se tvoří v choroidálních plexech zbylých 50 % je tvořeno kolem mozkových cév (Kala, 2005).

Měli bychom si říci, kudy vede cesta mozkomíšního moku (Obrázek 1). Zmíněná cesta začíná z postranních komor přes foramen Monroi do III. komory, odtud cestou přes aqueductus Sylvii do IV. komory, odkud vytéká Magendiho otvorem a dvěma Luschkeho otvory do subarachnoideálních cisteren (nejvíce do sinus sagittalis superior). Většina likvoru se vstřebává přes arachnoidální klky a Pacchionské granulace do velkých nitrolebečních sinusů. Přejít mozkomíšního moku přímo do venózní krve obstarávají durální vény a sinusy. V subarachnoideálním prostoru je resorbováno převážné množství moku a to přes villi arachnoideales do horního šípového splavu (Kala, 2005; Herzig et al., 2007). Dle Čiháka (2004) bylo pokusy dokázáno, že malé množství likvoru může odtékat i perineurinem nervů a dostávat se pak do mízních uzlin.



**Obrázek 1** Nákres cirkulace likvoru v komorovém systému. Mozkomíšní mok je nepřetržitě produkován choroidálními plexy v mozkových komorách (postranní (A), třetí (B), čtvrté

komoře (C). Vyprodukovaný likvor proudí komorovým systémem, mozkovými foraminami a uvnitř subarachnoideálního prostoru obklopuje mozek a míchu. Likvor je vstřebáván do venózní krve cestou arachnoidálních granulací lokalizovaných v dura mater nad mozkem (D). Šipky ukazují směr proudění likvoru (Anonymous, 2013)

Srdeční cyklus zajišťuje proudění likvoru v dutině lebeční a páteřním kanále. Krev, která přitéká do mozku během systoly, způsobuje pulzaci tkáně mozkové vytlačující mozkomíšní mok z dutiny lebeční směrem do páteřního kanálu. Naopak během diastoly proudí mok směrem kraniálním a je mnohem rychlejší než v systole. Cirkulace na spinální úrovni je ovlivňována polohou těla, pohyby páteře nebo dýcháním (Kala, 2005; Herzig et al., 2007).

Kala (2005) píše ve své knize o univerzálním referenčním bodu, který by šel využít pro měření nitrolebečního tlaku, že neexistuje. Z tohoto důvodu je velmi obtížné uvést přesné a obecně platné hodnoty. U ležícího člověka se za normálních okolností intraventrikulární tlak pohybuje kolem hodnoty  $100 \pm 50$  mm H<sub>2</sub>O. Zato intrakraniální je v poloze na boku měřený lumbální punkcí  $45 \pm 12$  mm vodního sloupce. U dětí (a to u velmi malých) je mnohem nižší než u dospělých. K dilataci komorového systému dochází např. při náhlé obstrukci likvorových cest, kdy se zvyšuje tlak komorového moku, jehož produkce pokračuje kontinuálně dál (Peña et al., 1999). U dilatace se postranní komory rozšiřují dříve než třetí a čtvrtá komora, nejméně se pak rozšiřuje akvedukt. Během procesu dilatace se uplatňují vlastnosti okolní mozkové tkáně, kdy šedá hmota podléhá méně působení tlaku než bílá. Odolnost mozkových komor u hydrocefalu je dána rezistencí bazálních ganglií, která jsou uložena velmi hluboko, a také šedou hmotou kortexu (Gjerris, Børgesen, & Bech – Azeddine, 2002).

## 2.4 DĚLENÍ HYDROCEFALU

**Obstrukční typ** je způsoben překážkou v některém úseku komorového systému - Silviův akvadukt, foramen Monroi, pineální oblast, III. a IV. komora. Tento typ způsobuje blokádu cirkulace moku, která se hromadí v komorách a tam začne utiskovat mozkovou tkáň a vznikne velmi nebezpečná nitrolební hypertenze (Pfeiffer, 2007). Méně častá je také okluze bazálních otvorů po meningitidě či subarachnoideálním krvácením. Objevuje se i gliom meduloblastom, ependymom a gliom mozkového kmene (Herzig et al. 2007; Kala, 2005).

Dalším typem může být **komunikující hydrocefalus**. Ten vzniká poruchou resorpce mozkomíšního moku. U hyporesorpce likvoru dochází k nedostatečnému vstřebávání nově produkovaného likvoru. Vzácně může vznikat hypersekrecí moku a to ze dvou důvodů. Za prvé z důvodu nádorového onemocnění a za druhé je hypertrofie choroideálního plexu (Kala, 2005; Kaňovský et al., 2007).

**Zevní hydrocefalus** je charakterizován rozšířením subarachnoideálních prostor. U dětí se projevuje navíc s abnormálním růstem obvodu hlavičky, u kterých se vyskytuje nejčastěji. Existují také i poúrazové zevní hydrocefaly u dětí, ale i u dospělých, v kombinaci s hydrocefalem vnitřním s projevy výrazné ventrikulomegalie. Tento typ hydrocefalu se může spontánně zhojit (Kala, 2005; Kaňovský et al., 2007). Dle Amblera (2006) se tento typ objevuje velmi vzácně.

Zvláštním typem je **hydrocefalus u novorozenců**, kterým se v této práci nebudeme zabývat, ale za zmínění stojí. Bývá z nejčastějších kongenitálních anomálií. V ČR jsou sledovány podrobné statistické údaje, v období 1961 – 1999 se průměrná incidence hydrocefalu u narozených dětí pohybovala okolo 3,99 na 10 000 živě narozených dětí v ČR. Příčin je mnoho, proto tady uvádíme jen ty nejčastější. Hydrocefalus může být doprovázen vrozenými vadami trávicího ústrojí, srdce, nacházejí se chromosomální abnormality. Může vzniknout po infekci proběhlé intrauterinně, po porodu nebo v důsledku nitrolebečního krvácení či nádoru. Může se stát, že příčina bývá zatajena a nikdy se nezjistí (Kala, 2005).

Jeden ze specifických druhů je **normotenzní hydrocefalus**, který si popíšeme a uvedeme jeho klinické příznaky v další kapitole.

## 2.5 KLINICKÉ PŘÍZNAKY NORMOTENZNÍHO HYDROCEFALU

Mezi typické klinické příznaky normotenzního hydrocefalu (dále NPH) patří klinická triáda. Jedná se o lehké zhoršování **paměti**, zpomalení myšlení i celkové aktivity, nejistota **při chůzi** a **močová inkontinence**. NPH může být doprovázen vertigem, cefaleou, psychickými příznaky – depresí, agresivitou, nepřátelstvím, psychózami. Tyto psychické příznaky se vyskytují velmi vzácně. Bolesti hlavy zpravidla zjištěny nejsou, mezi chybějící příznaky také patří městnání na očním pozadí (Hebb & Cusimano, 2002). Ojemann a Fischer byli mezi prvními, kteří poruchu chůze považovali mezi hlavní klinický příznak NPH. První příznak bývá instabilita stoje a porucha chůze s tendencí k pádům. Klinický obraz je velmi podobná parkinsonismu dolní poloviny těla (Bednařík et al., 2010).

Dalším příznakem je nejistota v prostoru a pády, ty zpravidla předchází demenci, která bývá provázena projevy nefrontálního syndromu. Pooperační výsledky jsou méně příznivé, pokud se projevy nestability při chůzi objeví až po projevech demence (Bednařík et al., 2010; Kala, 2005).

**Chůzi** typickou pro NPH můžeme sledovat u počítačové analýzy chůze, která je měnivá v závažnosti obtíží (od lehké nejistoty po neschopnost stát nebo jít), snížená výška kroku, snížená rychlost chůze, chůze o širší bázi, šouravá, s malými kroky, zvýšené kymácení trupu při chůzi, snížená kontrarotace ramen vzhledem k pánvi během chůze, palce nohou směřují vně při chůzi, retropulze spontánní či provokované, na otočení „en bloc“ o 180 stupňů je potřeba 3 a více kroků, zhoršená rovnováha při chůzi, pocit nejistoty při chůzi, často potíže s nastartováním chůze. (Relkin et al., 2005; Černý, 2003). Tuto poruchu chůze můžeme také označit jako frontální apraxie chůze, nebo také synonymy jako astázie-abázie, bazofobie, lakunérská chůze. Jeden z možných testů pro objektivizaci poruchy chůze můžeme použít tzv. walking test, který bude více popsán v kapitole diagnostika (Vybíhal, 2011).

Pomocí elektromyografického vyšetření je porucha chůze a motorická dysfunkce zapříčiněna spíše postižením extrapyramidových drah než poškozením pyramidového traktu. K jeho poškození může dojít až při výraznější progresi NPH. Porucha chůze je pravděpodobně způsobena lézí subkortikálních motorických oblastí postihující zejména substantia nigra a bazální ganglia a jejich spojení ke strukturám ve frontálních lalocích způsobené abnormálně zvýšeným pulsatilním stresem mozkomíšního moku v blízkosti postranních komor, kde tato vlákna probíhají (Relkin et al., 2005).

Další ze zmiňovaných tří hlavních příznaků NPH dle Vybíhala (2011) dochází ke **kognitivní dysfunkci** připomínající subkortikální demenci. Ty jsou charakteristické poruchou pozornosti, zpomalení myšlenkového procesu, apatií, netečností, poruchou učení, ztrátou motivace a poruchou paměti. Bývá popisována jako ztráta zájmů o denní aktivity, obtíže s denními úkony a ztráta krátkodobé paměti. Místo dysfunkce není úplně známé, může se jednat o subkortikální struktury včetně projekčních vláken jdoucích v laterální stěně komory. NPH bývá označován jako léčitelná demence, neboť je porucha kognitivních funkcí při včasné a adekvátní léčbě reverzibilní (Relkin et al., 2005; Černý, 2003).

Poslední z klinické triády NPH je inkontinence, u které se v počátcích choroby objevuje zvýšená frekvence a urgence možení bez inkontinence, s postupnou progresí se může změnit na močovou inkontinenci intermitentní nebo trvalou, v pozdním stadiu se může objevit až inkontinence stolice, která je velmi vzácná. Někteří pacienti ovšem nikdy sfinkterové obtíže nemají. U všech mužů s podezřením na NPH je vhodné provést urologické vyšetření a u žen

gynekologické vyšetření, aby se vyloučily organické příčiny potíží (Relkin et al., 2005; Černý, 2003; Vybíhal, 2011).

Kromě výše uvedené klinické triády může být NPH doprovázen vertigem, cefaleou, psychickými příznaky – depresí, agresivitou, nepřátelstvím, psychózami (Relkin et al., 2005). I když tyto zmíněné psychické příznaky se vyskytují zřídka, je přesto nutno počítat i s touto možností, kdy by mohly být ovlivněny aplikací shuntu namísto farmakoterapie (Vybíhal, 2011).

Měli bychom vzít v potaz, že zmíněné tři symptomy patřící do klinické triády jsou velmi často spojovány se stárnutím obecně. Pacienti předpokládají, že s problémy musejí žít a přizpůsobovat se jim, ale stačí vyhledat lékařskou pomoc. Příznaky mohou být přítomny v lehké formě měsíce až roky, než pacient vyhledá odborníka. Až kritická ztráta funkce motoriky je k nim přivede. Uvádí se, že je menší pravděpodobnost na úspěch léčby, čím déle příznaky trvají, avšak správně indikovaná neurochirurgická léčba může mít příznivý efekt (Černý, 2003). Musíme si uvědomit, že tyto příznaky jsou pro seniory typické, a proto je velmi těžké určit, zda vznikají na podkladě NPH nebo třeba mozkové aterosklerózy či Parkinsonovy choroby. Tady jsou důležité klinické zkušenosti vyšetřujícího lékaře (Šroubek, 2011).

## 2.6 DIAGNOSTIKA

Diagnostika NPH bývá velmi obtížnou kvůli příznakům připomínajícím lehkou demenci, Alzheimerovu nemoc, Parkinsonovu nemoc nebo „stárnutí“. U NPH je diagnóza stanovena na základě klinického vyšetření a nálezů na zobrazovacích metodách, mezi které patří **výpočetní tomografie (computer tomography – CT)**, mezi její velké klady můžeme přisuzovat dostupnost a rychlost vyšetření. Umožňuje posoudit proporcionalitu rozšíření komorového systému, zúžení sulků a cisteren. V některých případech lze odlišit hydrocefalus od ventrikulomegalií (atrofického původu). U řady případů přinese CT informace o příčině blokády komorového systému průkazem nádorové obstrukce extraventrikulární či intraventrikulární (Kala, 2005). Tato metoda je nezbytnou součástí předoperačního vyšetření, je prvním vyšetřením, které pacienti s podezřením na NPH absolvují. Dovoluje posoudit rozsah ventrikulomegalie, umožňuje jinou patologii a stanovit ventrikulární indexy - Evansův index, jenž se vypočítává jako poměr největšího rozměru frontálních rohů postranních komor a nejširšího rozměru vnitřní části lebky. Za normu se považuje 0,3 (Evans, 1942). CT je

preferováno spíše jako zobrazovací metoda ve sledování pacientů. Výsledný klinický stav pacienta nekoreluje se změnou velikosti komor po operaci (Černý, 2003; Vybíhal 2011).

Za základní zobrazovací metodu při diagnostice NPH se považuje **magnetická rezonance (MR)**. Nabízí mnohem lepší zobrazení změn provázejících hydrocefalus, než nabízí CT. Je přínosná v rámci diferenciální diagnostiky a vyšetření komorbidit – cerebrovaskulární choroby, identifikace periventrikulárních změn. Umožňuje orientačně posoudit stenózu akveduktu, což je pro diagnostiku velmi klíčové. (Kala, 2005; Vybíhal, 2011).

Při **MR cisternografii** se aplikují radiofarmaka intrathékálně likvorovými cestami, lékaři detekují kontrastní látku intrakraniálně. U všech pacientů s NPH přetrvávala kontrastní látka v postranních komorách po 12 a 24 hodinách a u 78% byla i po 48 hodinách. Zatímco u zdravých dobrovolníků byla po 24 hodinách přítomna kontrastní látka pouze v 20% případech, po 48 hodinách už u žádného (Vybíhal, 2011).

**Izotopová cistenografie** byla pokládána za perspektivní metodu, která dávala naději v možnosti posoudit dynamiku proudění mozkomíšního moku. Princip tohoto vyšetření spočívá ve sledování pohybu aplikovaného radiofarmaka likvorovými cestami. U komunikujícího hydrocefalu by měl být dobře viděn komorový systém, který by se za normálních okolností neměl objevit. Může prokázat abnormálně zpomalenou distribuci značeného albuminu v likvorových cestách, poruchu cirkulace likvoru. Cisternoventrikulární reflex, který přetrvává až 48 hodin, byl dlouho považován za rozhodující u diagnostiky normotenzního komunikujícího hydrocefalu. Metoda byla opuštěna po průkazu reflexu radiofarmaka do komor i u zdravých dobrovolníků (Kala, 2005).

**Zobrazovací ultrazvuk** patřící mezi neinvazivní techniky je pro diagnostiku hydrocefalu a pro sledování vývoje jako metoda nenahraditelná. Umožňuje sledovat velikost komor a subdurálních prostor. Analýza průtokové křivky slouží k posouzení perfúze mozku, umožňující stanovit index rezistence, jedná se o rozdíl maximální systolické a diastolické rychlosti vydělený rychlostí systolickou. Vyhodnocení dopplerovských parametrů (součást UZ vyšetření mozku přes velkou fontanelu) může sloužit k dynamickému neinvazivnímu sledování změny perfúze a nepřímému hodnocení nitrolebního tlaku a efektu drenážní operace anebo přispět k posouzení funkce implantovaného shuntu (Hadač, 2000).

Poněvadž samotná selekce pacientů na základě klinického vyšetření a nálezů zobrazovacími metodami by nebyla příliš přesná, proto bylo do klinické praxe zavedeno několik suplementárních (funkčních) testů, neboť predikce efektu zkratové operace se pohybovala pouze na základě klinických testů mezi 27% až 53% a v kombinaci s CT



vyšetřením dosahovala 58%. Suplementární testy vznikly za jediným účelem a to zvýšit prediktivní hodnotu efektu zkratové operace (Vybíhal, 2011). Mezi ty nejznámější patří tzv. tap test, kdy je jednorázově z lumbální punkce odpuštěno 40-50 ml mozkomíšního moku (Marmarou a kol., 2005). Lepšící se pacient po lumbální punkci má šanci těžit ze zkratové operace, naopak pacienta nelepšícího po tap testu nelze označit za těžícího z implantace shuntu (Vybíhal, 2011).

Lumbální punkcí nám může dát představu o hodnotách nitrolebečního tlaku. Likvor se odebírá mezi trny L3 – L4. Odebírá se mok z subarachnoideového prostoru míchy. V tomto místě proto, aby jehlou nedošlo ke zranění conu medullaris míchy. Existuje i subokcipitální punkce, která se provádí skrze membránu atlantooccipitalis posterior. Dochází k odebrání likvoru z prostoru mezi zadní plochou oblongaty a dolní plochou mozečku (Čihák, 2004).

Dalším ze suplementárních testů je zevní lumbální drenáž (External Lumbal Drainage - ELD). Principem bývá kontinuální odpouštění likvoru rychlostí 10 ml za hodinu po dobu 3-5 dní. Požadováno je minimální odpouštění 300 ml likvoru. Jedná se o „simulaci“ likvorodynamických parametrů po operačním výkonu. Nelepší-li se pacient po ELD, pak je málo pravděpodobné, že bude těžit ze zkratové operace (Vybíhal, 2011). Kala (2005) se domnívá, že 5 denní lumbální drenáž přináší hodně změn do standardní denní aktivity (včetně změny pohyblivosti, denního režimu, hospitalizace) tak, že nelze snadno posuzovat klinický efekt. Namítá, že nemocný ztrácí pravidelný denní kontakt s rodinou i svými povinnostmi a rozhodnutí o efektu drenáže založena na subjektivním hodnocení pacienta. Mezi kontraindikace ELD patří věk vyšší než 85 let, další komplikující onemocnění či klinicky významné parenchymatózní léze v CT obraze (Boon et al., 1997). Na některých pracovištích se provádí opakované odpouštění mozkomíšního moku pomocí lumbální punkce. Důvodem je zachování minimálního rizika komplikací, které jsou u tap testu o něco menší než u ELD (Vybíhal, 2011).

Lumbálního infuzního testu (LIT) slouží k co nejpreciznější diagnostice patologické změny likvorové dynamiky, je třetím nejčastěji používaným testem. Stanovuje se u něj tzv. výtokový odpor likvoru. Aplikuje se Ringerovův, eventuálně fyziologický roztok cestou lumbální punkce konstantí rychlostí. Posléze se měří tlakové změny. Čím je větší elevace tlaku, tím více je porušena likvorodynamika a resorpční schopnost a naopak. Výtokový odpor se vypočítá podle vzorce:

$$R_{out} = \frac{P_{max} - P_o + R_{syst}}{IR},$$

kde  $R_{out}$  je výtokový odpor v  $\text{mm Hg}\cdot\text{ml}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ,  $P_{max}$  je maximální naměřená hodnota tlaku,  $P_0$  je vstupní hodnota tlaku, IR je rychlost infuze (většinou  $1,5 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}$ ) a  $R_{syst}$  je výtokový odpor systému (při puštěné infuzi a umístění jehly do výše místa vpichu změříme hodnotu tlaku, která ukazuje odpor celého systému s proudící kapalinou). Výtokový odpor je nejen závislý na průměru použité jehly, kdy použitá jehla s větším průsvitem má celkem zanedbatelnou rezistenci oproti jehle s menším průsvitem, ale i na průměru a délce spojovacích hadiček. Ve vzorci není uváděn při použití dostatečného průměru, kdy je odpor minimální (Vybíhal, 2011; Kala, 2005). Objevují se také další postupy, např. ve Fakultní nemocnici Olomouc je používaná metoda dle Nelsona a Goodmana. Po provedení lumbální punkce měří tlak po dobu 10 minut, během kterých by se měl nemocný zklidnit. Poté se aplikuje rychlostí  $1,5 \text{ ml}$  za minutu po dobu 10 minut intrathékálně fyziologický roztok. Po každé minutě zapisují hodnotu naměřeného tlaku. Infúzi ukončí po 10 minutách a ještě dalších 5 minut pozorují pokles tlakových hodnot. Posléze vytáhnou lumbální jehlu a změní odpor jehly a použitých hadiček tím, že během puštěné infúze umístí jehlu ve výši roviny vpichu. Zjištěné hodnoty dosadí do jiné rovnice než, kterou používá Vybíhal (2011):

$$dP = \frac{P_{10} - P_r - P_0}{10},$$

kdy  $P_0$  je tlak při zahájení infúze,  $P_{10}$  je tlak po 10 minutách aplikace,  $P_r$  je odpor jehly a hadiček a  $dP$  je tlaková diference. Výsledek je hodnocen takto:  $dP < 20 \text{ mm H}_2\text{O}/\text{min}$  – nemocný je léčen konzervativně oproti  $dP \geq 20 \text{ mm H}_2\text{O}/\text{min}$  – zváží indikaci drenážní operace (Kala, 2005).

Pakliže nemůžeme použít LIT, je možné sáhnout po ventrikulárním infuzním testu. Princip je docela totožný, pouze tekutina je inundována přímo do komorového systému asi poloviční rychlostí než u LIT. Za negativní výsledek testu se považuje  $12 \text{ mm Hg}\cdot\text{ml}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$  a méně (Vybíhal, 2011).

V korektní diagnostice dle lege artis nesmíme opomenout provést úplné neurologické vyšetření, které je základem diagnostiky NPH. Spadá pod něj orientační vyšetření stavu vědomí, orientovanosti, paměti a reaktivity; vyšetření hlavových nervů, mozečkových funkcí, krku, horních a dolních končetin, stoje a nakonec vyšetření chůze (Opavský, 2003).

U tzv. walking testu, sloužící k dostatečnému vyšetření chůze, se pacient prochází v délce 10 metrů. U tohoto testu se za normu považuje ujití požadované vzdálenosti v čase menším než 9 sekund, k tomu je potřeba maximálně 18 kroků. Vhodné se ukazuje taky pořízení videosekvencí, které můžeme využít ke srovnání s časovým odstupem (Vybíhal, 2011). Druhé možné otestování chůze můžeme provést tak, že vyzveme dotyčnou osobu, aby

šla volně po rovném úseku (5-6 m dlouhý, aby se mohl zachytit i rytmus chůze, frekvence a délka kroků, souhyb horních končetin a jistota v udržování rovnováhy). Tato zkouška je označována jako chůze I. Na stejném úseku se může otestovat chůze se zavřenýma očima označována jako chůze II. Tyto dvě zkoušky můžeme doplnit o chůzi po patách a špičkách. Neměli bychom zapomenout registrovat zahájení chůze, schopnost otáčení a také zastavení (Opavský, 2003). U chůze o zúžené bázi – projití po čáře můžeme ozřejmit poruchu dynamické rovnováhy způsobené lézí centrální nervové soustavy a to mozečku a bazálních ganglií (Kolář, 2011).

Pomocí Mini Mental State Examination (MMSE) si lze ohodnotit kognitivní funkce klienta. Je celosvětově nejrozšířenější a nejpoužívanější zkouškou. Test je rozdělen do 10 skupin zaměřených na orientaci, zapamatování, pozornost a počítání, paměť a výbavnost, pojmenování, opakování, třístupňový příkaz, čtení a splnění příkazu, psaní a obkreslování. MMSE napomáhá také odhalit poruchu prostorového vnímání. Každá z funkcí je ohodnocena maximálně 5 body, celkové skóre činí od 0 – 30 bodů (Folstein, Folstein, & Hugh, 1975).

Ve Fakultní nemocnici Brno v praxi používají Addenbrookský kognitivní test. V něm se testuje pozornost a orientace, paměť, slovní produkce, jazyk a znakově-prostorové schopnosti. Testovaný může získat maximálně 100 bodů.

Kromě MMSE a Addenbrookského kognitivního testu by fyzioterapeut či lékař měl provést testy k hodnocení každodenních činností. Nejrozšířenější test Index Barthelové (Barthel Index – BI) testuje motorické schopnosti, sebeobsluhu a schopnost lokomoce. Hodnotí se deset kategorií: příjem jídla, přesuny z postele na vozík a zpět, osobní hygiena, toaleta, koupání, chůze po rovném povrchu, chůze do schodů a ze schodů, oblékání, kontrola stolice a kontrola močení. Každá položka je skórována – 0 znamená úplnou závislost na další osobě (osobách) a nejvyšší hodnota svědčí o úplné soběstačnosti. Toto skóre jednotlivých položek je sčítáno. Vyjde-li celkové skóre 0 – úplná bezmocnost (Opavský, 2003).

Dalším testem používaným u neurologických onemocnění je Functional Independence Measure (FIM – funkční hodnocení nezávislosti), test vycházející z Indexu Barthelové, je doplněn o sledování kognitivních funkcí. Obsahuje 6 kategorií: soběstačnost, kontrolu sfinkterů, lokomoci a přesuny, schopnost a způsob pohybu v prostoru, komunikaci a poslední sociální aspekty. Každá položka je skórována 1 - 4, kdy 1 je úplná závislost a 4 je úplná soběstačnost. Celkové rozpětí skóre je 18-126 bodů (Opavský, 2003).

## 2.7 DIFERENCIÁLNÍ DIAGNOSTIKA

Diferenciální diagnostika u onemocnění NPH není lehkou disciplínou. Je velice důležitá, jelikož pacient může trpět i dalšími chorobami. Klinické příznaky NPH (tabulka 1) mohou být podobné s jinými onemocněními (Bech- Azeddine et al., 2001). Je nutné vyloučit jiné onemocnění, které klinické potíže může způsobovat. Navíc pacient. Dřív než se pustíme do suplementárních testů, měla by jim předcházet řádně provedená diferenciální diagnostika.

Demence bývá jednou z nejčastěji zvažovaných onemocnění v diferenciální diagnostice NPH. Onemocnění podobné demenci stojí také za zvážení. Patří mezi ně depresivní pseudodemence nebo delirium. Mezi další nemoci zapříčiňující demenci patří extrapyramidové choroby s demencí (Parkinsonova choroba, Huntingtonova choroba, progresivní supranukleární obrna, kortikobazální degenerace aj.) nebo cévní demence, která je charakterizována náhlým vznikem a skokovitým zhoršením příznaků a většinou jsou přítomné rizikové faktory cévního onemocnění mozku (multiinfarktová demence, Binswangerova nemoc aj.). Demenci mohou způsobit také intoxikace či metabolické a endokrinologické příčiny. U infekčních typů demence dominoval virus HIV (Vybíhal, 2011). U Parkinsonovy choroby je efekt léčby antiparkinsonikem (levedopa) pozitivní, u NPH je negativní (Černý, 2003).

Frontální apraxie chůze u NPH se může vyskytovat u dalších onemocnění, které postihují čelní laloky - mnohačetné infarkty bílé hmoty čelních laloků, Alzheimerova choroba aj. (Vybíhal, 2011).

Neměli bychom opomenout odlišení od jiných typů hydrocefalu, zmiňovaných výše, od NPH. Stenóza Sylviova mokovodu se může projevovat podobnými klinickými příznaky jako NPH, i když se jedná o obstrukční hydrocefalus, bývá řešen jiným způsobem a to 3. ventrikulostomií. Stejně je léčen také tzv. extraventrikulární intracisternální obstrukční hydrocefalus (Vybíhal, 2011).

Kala (2005) diferenciální diagnózu doplňuje o alkoholismus, poúrazové poškození mozku, Arnoldovu-Chiariho malformaci, hypoxii mozku, Wernickeovu encefalopatii a onkologická onemocnění.

**Tabulka 1** Seznam nemocí v rámci diferenciální diagnostiky (Kala, 2005)

<b>Neurodegenerativní onemocnění</b> Alzheimerova choroba Parkinsonova choroba Huntingtonova choroba Frontotemporální demence Kortikobazální degenerace Progresivní supranukleární obrna Multisystémová atrofie Spongiformní encefalopatie Amyotrofická laterální skleróza <b>Vaskulární demence</b> Cerebrovaskulární onemocnění Iktus Multiinfarktová demence Binswangerova choroba Cerebrální autosomální dominantní arteriopatie se subkortikálními infarkty a leukoencefalopatií (CADASIL) Vertebrobazilární insuficience Infekční onemocnění Borelióza HIV Syfilis	<b>Urologická onemocnění</b> Infekce močových cest Nádor močového měchýře či prostaty Benigní hyperplazie prostaty <b>Další onemocnění</b> Deficit vitamínu B 12 Kolagenózy Epilepsie Deprese Trauma mozku Spinální stenóza Chiariho malformace Wernickeova encefalopatie Karcinomatóza mening Tumor míchy <b>Jiné typy hydrocefalu</b> Stenóza Sylviova mokovodu Arestovaný hydrocefalus LOVA (long-standing overt ventriculomegaly syndrome) Obstrukční hydrocefalus
--	---

## 2.8 TERAPIE

V rámci terapie NPH převládá operativní léčba nad tou konzervativní. V nynější době neexistuje žádná medikamentózní léčba (Černý, 2003). U hydrocefalu dochází k poškození mozkové tkáně více mechanismy, které zahrnují destrukci axonů, edém tkáně, ztrátu myelin, vznik gliózy a atrofii bílé hmoty. Intenzivní léčbou časných stadií hydrocefalu lze vývoj těchto změn zamezit (Kala, 2005).

Ti pacienti, kteří mají nález na zobrazovacích metodách a při pozitivních suplementárních testech, bývají indikováni k operaci. Přes všechno bychom měli zvážit komorbidity pacienta a také riziko operačního výkonu (Bergsneider et al., 2005).

V předešlých časech bývali diagnostikováni a léčeni pouze nemocní, u kterých byla přítomnost kompletní trias. Zato nyní je doporučováno, aby NPH byl diagnostikován a léčen aspoň u 2 přítomných symptomů, někdy pouze u 1 hlavního symptomu. Z prostého důvodu a to, že prognóza pacientů s NPH je tím horší, čím déle zůstává NPH neléčený (Vybíhal, 2011). Pacienti s diagnózou NPH mívají více jak padesát let a k tomu bývá přidruženo mnoho

nemocí než jen samotný hydrocefalus. Z tohoto důvodu se stanovuje tzv. index komorbidity (tabulka 2). Při velkých komorbiditách Keifer (2006) nedoporučuje zkratovou operaci. Pokud pacient dosáhne 3 a méně bodů, tak se předpokládá dobrý až výborný výsledek. Ale od 4-5 bodů je spíše pravděpodobný špatný výsledek.

**Tabulka 2** Index komorbidity (Kiefer, Eymann & Steudel, 2006)

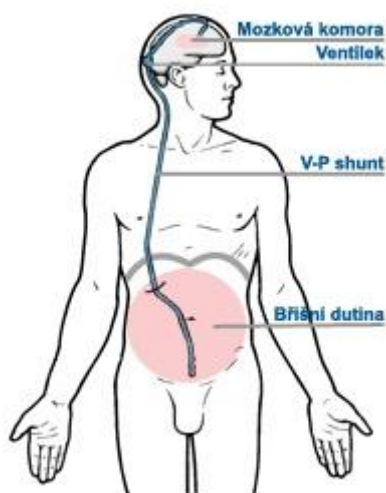
<b>Faktory rizikové</b>	<b>1 bod</b>	<b>2 body</b>	<b>3 body</b>
Vaskulární	Hypertenze	Diabetes mellitus	
	Aorto-femorální bypas	Periferní vaskulární onemocnění	
	Stent	Vaskulární okluze	
Cerebrovaskulární	Insuficience VB povodí	Vaskulární encefalopatie	Cerebrální infarkt
	Stenóza ICA	TIA/RIND	
Kardiální	Dysrytmie		
	Onemocnění chlopní		
	Srdeční selhání		
	Aorto-koronární bypass		
	Infarkt myokardu		
Jiné		Parkinsonova choroba	

NPH je standardně léčen zkratovou operací patřící mezi všeobecně akceptovanou léčbu. Preferuje se programovatelný ventil, který pomocí nastaveného otevíracího tlaku lze ovlivnit případnou nedostatečnou drenáž či předrénování, tím je pacient ušetřen operační revize (Vybíhal, 2011). Některým pacientům s NPH může pomoci lumbální punkce, ale pokud se po týdnu či dvou zhorší jejich zdravotní stav, pak jsou indikováni k zavedení shuntu (Šroubek, 2011). Vybíhal (2011) ve své práci dodává, že opakované lumbální punkce se provádějí u pacientů, u kterých není možné provést celkovou anestezii.

Endoskopická léčba patřící mezi ty málo používané u onemocnění NPH kvůli pooperační úspěšnosti pouze u pacientů s obstrukčním typem hydrocefalu. Při endoskopii se vytvoří otvor ve spodině třetí komory, a tak dojde k vytvoření náhradní cesty pro cirkulaci mozkomíšního moku. Mezi nevýhody lze považovat kompletní ostříhání vlasů a řez vedoucí vysoko na čele (Vybíhal, 2011).

Standardně se dnes používá implantace ventrikuloperitoneálního shuntu (Bergsneider, Black, Klinge, Marmarou, & Relkin 2005). U této drenáže je derivován mozkomíšní mok z postranní komory mozku do peritoneální dutiny. Mezi tento systém je vřazený jednocestný

ventil. Distální katetr lze možno zavést do peritoneální dutiny i laparoskopickou operační technikou, která umožňuje vyhledat oblasti s nejmenšími patologickými změnami na peritoneu (Kala, 2005). Pro úplnost si můžeme popsat, jak probíhá operativní implantování ventrikuloperitoneálního shuntu (Obrázek 2). Operace je započata zavedením centrálního katetru do komorového systému malým nárvtrem v čelní oblasti lebky, 3 až 5 cm hluboko, obvykle vpravo, kvůli zachování integrity levé hemisféry. Neurochirurg zasune drén až ke třetí komoře. Potom do podkoží na boční straně hlavy implantuje programovatelný jednocestný ventil, který plní funkci regulace průtoku mozkomíšního moku. Naprogramování na výchozí intrakraniální hodnotu tlaku provádí lékař ještě před zahájením samotného výkonu. Periferní část drenáže je potom svedena podkožím do břišní dutiny, kde se přepuštěný mozkomíšní mok velmi snadno vstřebává. Veliké plus je, že celý operační výkon trvá přibližně půl hodiny u dvou operatérů (Šroubek, 2011). K dalším výhodám patří snadnější operační výkon, snadnější reoperace, menší počet vážných komplikací. Mezi nejčastější komplikace patří tzv. slit ventricle syndrome, kdy dochází k nálezu štěrbinovitých komor v obrazu výpočetní tomografie s různými klinickými projevy (Kala, 2005). Stočení katetru v břišní dutině a lokální dráždění, vznik kýly v jizvě a hromadění tekutiny v břiše bývají dalšími komplikacemi (Vybíhal, 2013). Předrénování vede ke vzniku štěrbinovitých komor s nalehnutím stěn komor na katetr s jeho následným funkčním uzávěrem (Kala, 2005). Pacienti s shuntem se nemusí bát, že budou podstupovat žádná speciální opatření. Pouze musí dbát na to, aby se neudeřili do místa implantovaného shuntu, poněvadž by hrozilo poškození ventilu, a musejí se vyvarovat působení silného magnetického pole (Šroubek, 2011).



**Obrázek 2** Zobrazení průběhu ventrikuloperitoneálního shuntu, který vede z mozkové komory až do oblasti malé pánve (Anonymous, 2013)

Lumboperitoneální drenáž je alternativou ventrikuloperitoneální drenáže u nemocných, u kterých byl diagnostikován komunikující hydrocefalus se zachovanou komunikací bederního subarachnoideálního prostoru s postranními komorami s vyloučením obstrukčního hydrocefalu. Cesta tohoto shuntu jde dle jeho názvu páteřním kanálem spojující peritoneum. I zde lze stanovit tlakově - průtokovou charakteristiku shuntu. Mezi výhody patří: možnost použití spinální anestezie, není riziko tzv. slit ventricle syndromu, kompletně extrakraniální výkon. Mezi ty negativní patří: možnost vzniku radikulopatie a vzácněji myelopatie (Kala, 2005) a Vybíhal (2011) přidává o bolesti v zádech, zanesení infekce do páteřního kanálu, vznik tzv. okcipitálního kónu, zhoršení degenerativního onemocnění páteře a dráždění v oblasti lopaty kosti kyčelní.

Poslední vhodnou metodou bývá zavedení ventrikuloatriálního shuntu. Tento typ drenáže ustupuje do pozadí. Princip operace je podobný jako u předchozích. U této operace je břišní část nahrazena katetrem, který je zaveden nejlépe přes v. facialis až do pravé srdeční síně. Tato operace je kontraindikována u nemocných s vrozenými srdečními vadami a jinými vážnými kardiopulmonálními chorobami. Mezi klady této operace patří menší výskyt komplikací z předrénování, k čemu přispívá krátkost odvodného katetru (Kala, 2005). Komplikací ventrikuloatriálního shuntu bývá vytvoření sraženiny na konci shuntu a vznik plicní hypertenze a přetížení srdce, vznik tzv. infekční endokarditidy a chronická otrava krve (Vybíhal, 2013).

Klinické zlepšení po operaci NPH se obecně dostaví do 3 měsíců (Larsson et al., 1992). Vanneste et al. (1992) k tomu dodává, že pouze u jedné třetiny nemocných s idiopatickým NPH dojde ke zlepšení a u NPH se známou etiologií se dá očekávat efekt u poloviny až tři čtvrtě nemocných.

Pro ukázkou v této práci uvádíme pár ukázek možného otestování efektu léčby pacienta. Jelikož neexistuje žádná jednotná škála výsledků terapie NPH, tak uvádíme ty nejhlavnější (tabulka 3, 4).



**Tabulka 3** Kieferova škála (upraveno podle Meier & Miethke, 2003)

Klinické příznaky	Stupeň	Skóre	Symptomy
<b>Kognitivní funkce</b>	0	0	žádný deficit
	1	1	zapomnětlivost, porucha pozornosti
	2	3	apatie, porucha určení polohy + příznaky stupně 1
	3	5	zhoršení vyšších kortikálních funkcí, kompletní dezorientace
<b>Chůze</b>	0	0	žádný deficit
	1	0	porucha chůze detekovatelná pouze speciálními testy
	2	2	lehká ataxie, ale chůze je stabilní, schopen chůze samostatně
	3	4	chůze s pomocí
	4	5	s pomocí pouze několik kroků
	5	6	neschopen chůze
<b>Inkontinence</b>	0	0	žádná
	1	3	intermitentní (např. v noci)
	2	4	trvalá
	3	6	inkontinence moči i stolice
<b>Cefalea</b>	0	0	žádná
	1	1	intermitentní
	2	4	trvalá
<b>Vertigo</b>	0	0	žádné
	1	1	stresové
	2	3	intermitentní
	3	4	trvalé

**Tabulka 4** Japonská klasifikace normotenzního hydrocefalu (upraveno podle Mori, 2001)

<b>Porucha chůze</b>	<b>Mentální stav</b>	<b>Poruchy močení</b>
normální	normální	bez potíží
nestabilní, ale samostatně chodící	netečnost	častější močení či nucení na močení
1 hole	sociálně závislý, ale nezávislý doma	občas únik moči v noci
2 hole či chodítko	částečně závislý doma	občas únik moči i ve dne
neschopen chůze	plně závislý doma	trvalý únik moči

U výsledků studií, které se věnovaly sledováním vlivu terapie na pacienty, není zcela jasný postup u tzv. nonresponderů, pacientů nezlepšených po implantaci shuntu - příčinou může být nefunkčnost shuntu, nedostatečná drenáž (underdrainage), špatný výběr pacienta aj. Doporučuje se zkontrolovat funkčnost shuntu jako celku a podle výsledku přeprogramovat ventil, zvážit revizi shuntu atd. (Klinge et al., 2005). V případě funkčního shuntu a tedy předpokladu nedostatečné drenáže, se snižuje přepouštěcí tlak ventilu (a zvyšuje tak množství derivovaného likvoru) a naopak.

V častosti následného sledování pacientů a provádění kontrol zobrazovacími metodami, preferující je CT, není zcela jasno. V krátkodobém horizontu se doporučuje kontrolní klinické vyšetření za 1, 3, 6 a 12 měsíců po provedené zkratové operaci (Klinge et al., 2005). Ve sledování pacientů v dlouhodobém horizontu je už méně jasno, upozorňuje se na již dříve zmíněný vliv komorbidit a dalších faktorů. Někteří autoři provádějí pravidelné CT kontroly paralelně s kontrolními klinickými vyšetřeními, jiní indikují CT kontroly pouze při nelepšení pacienta či jeho zhoršení, popřípadě při podezření na nefunkční shunt. Dle Vybíhala (2011) je doporučováno provádění CT kontrol v krátkodobém horizontu po implantaci shuntu. Zdůvodňuje toto tvrzení tím, že možná komplikace předrenování pacienta se děje většinou v prvních měsících po implantaci shuntu.

### 2.8.1 Rehabilitační léčba

Neměli bychom opomenout zmínit možné komplikace u zavádění shuntu pacientům s NPH. Mezi ty nejčastější komplikace patří malpozice shuntu, infekční komplikace, slit ventricle syndrome, vytvoření subdurální kolekce a méně často plicní hypertenze a shuntová

nefritida. Proto neurolog sleduje jizvu a kůži v okolí a nad průběhem drénu. Dochází-li k podkožnímu shromažďování mozkomíšního moku, tak plyne podezření na neprůchodnost systému. Zarudnutí kůže může svědčit pro zánětlivou komplikaci. Raritou nebývá zjištěn dekubitus nad ventilem. Po aspekčním vyšetření přechází neurolog k palpaci ventilu. Během operace může dojít k přetržení či zlomení silikonového drénu v oblasti krku a klíční kosti, kde je podroben většímu mechanickému zatížení. Ale i přes zlomení shuntu může být jeho funkce zachována, protéká-li mok vytvořeným fibrózním kanálkem mezi dvěma konci přerušeno katetru (Kala, 2005).

Do kapitoly terapie by neměla patřit pouze operační léčba, ale také rehabilitace. V rámci rehabilitace se fyzioterapeut zaměřuje na motorické poruchy u pacientů s diagnózou hydrocefalus. Fyzioterapeut, jenž má pacienta ve své péči, by neměl opomenout, že mnoho pacientů s diagnózou hydrocefalus je staršího věku a má k tomuto onemocnění další přidružené choroby. Proto by neměl zapomenout každému pacientovi složit rehabilitační plán individuálně.

Jedním z pracovišť, kde jsou pacienti s diagnózou NPH léčeni, je Neurochirurgická klinika ve Fakultní nemocnici Brno. Proto v následujícím textu si popíšeme, jak probíhá léčba na tomto pracovišti. Pacient je zde hospitalizován, aby se mu mohlo provést veškeré možné vyšetření k odhalení diagnózy NPH. Přimo první den mu je provedena řada testů – lumbální infuzní test, zevní lumbální drenáž, které jsme si popsali již v dřívější kapitole. Během hospitalizace je pacient dle ordinace lékaře v rukou fyzioterapeutů, kteří s ním cvičí na lůžku, vertikalizují a procházejí po chodbě. Po proběhnutí všech dostupných testů jsou pacienti propuštěni domů. V pooperačním období je pacient opět rehabilitován. Rehabilitační plán sestavujeme dle každého pacienta zvlášť. Jak jsme si už říkali, pacienti s NPH mají většinou přidružené diagnózy, které v rámci rehabilitace nemůžeme opomenout. Obecně je důležitá časná vertikalizace. S pacientem trénujeme hlavně chůzi a obnovení motoriky dle následujících terapeutických metod (Fabiánová, 2013).

Rehabilitační léčba v nemocnici by měla začít vertikalizací. Ta je prevencí osteoporózy, pneumonie, kontraktur, podporuje správnou funkci močového měchýře a motilitu střev, bráníme vzniku proleženin. Dovoluje-li to stav pacienta, měli bychom s vertikalizací začínat hned. Měla by umožnit stoj a chůzi (Lippertová-Grünerová, Pfeiffer, & Švestková, 2005).

Mezi výhody stoje pro zlepšení senzomotorických funkcí dle Lippertové-Grünerové a kol. (2005) patří:

- pacienti, kteří byli včasné mobilizováni, mají v průběhu další terapie méně strachu z pohybu,
- ve stoji dochází ke zlepšení motorických schopností, ale také schopností kognitivních, zvláště ke zlepšení vnímání a pozornosti,
- stoj dává možnost nových pohybových sekvencí.

Při samotném postavování je třeba nemocnému pomáhat, můžeme použít různých pomůcek jako chodítko, hole, berle nebo oporu o čelo postele nebo samotného terapeuta. Nejdříve trénujeme stoj a výdrž ve stoji, pak můžeme přejít ke zkoušení přenášení hmotnosti, úkroky stranou, zvedání nohou a pochod na místě. Tyto metody slouží k nácviku rovnováhy, která je důležitá pro nácvik chůze (Káš, 1997; Klusoňová & Pitnerová, 2005).

Pokud jsme docílili stabilního stoje, tak bychom mohli začít s nácvikem chůze. Dle Uhlíře (2008) vyžaduje nejprve nácvik koordinovaného jednotlivého kroku. Cvičíme tzv. půlkrok, což znamená fázi od odrazu palce k dotyku paty stejné končetiny s přenesením váhy a těžiště. O přední půlkrok se jedná, když dojde k přenosu těžiště vpřed a chůzi vpřed. Zatímco zadní půlkrok představuje přenos těžiště vzad, významně se podílí při chůzi ze schodů, při posazování nebo při ekonomickém zvedání břemene. S pacientem tedy pracujeme na přivíjení a odvíjení chodidla v předním a následně zadním půlkroku, úkrok do stran, šikmo vpřed a zad.

Na některých specializovaných pracovištích se můžeme setkat s terapií na pohyblivém chodníku. Ta doplňuje tradiční koncepty učení chůze. Pacient je jištěn závěsným systémem, což umožňuje odlehčení tělesné hmotnosti během nácviku chůze. Proto je vhodným řešením pro těžce postižené pacienty. Pacient je podporován speciálním závěsným pásem, jenž mu dodává jistotu při pohybu, a tudíž se může plně a bez obav koncentrovat na prováděné pohyby. Hlavní rozdílem je, že začátek pohybu není dán pacientem, ale převezme to za něj pohyblivý chodník. Toto je velká výhoda, jelikož právě start je pro pacienta často problematický. Mezi další výhody patří to, že dochází tak lépe k zautomatizování pohybu. Důležitý je zejména fyziologický pohyb paží, jenž velmi napomáhá automatizaci chůze. Jedna terapeutická jednotka trvá okolo 30 minut, během kterých má pacient nejméně dvakrát 10 minut chodit a mezi oběma intervaly dodržovat pětiminutovou pauzu. Tyto intervaly je nutné dodržovat, aby se pacient neunavil. Jednou z nevýhod může být namáhavost terapie jak pro pacienty, tak i pro terapeuty (Lippertová-Grünerová et al., 2005).

Pro prevenci pádu a udržení soběstačnosti je vhodné zařadit do rehabilitačního plánu cvičení na rovnováhu (stabilitu). Pacient udělá stoj rozkročný, chodidla jsou rovnoběžně,

následně přenáší hmotnost z jedné nohy na druhou rytmicky v souladu s dýcháním. Pacient by měl vnímat stálý kontakt s podložkou. Jako další variantu můžeme zařadit přenášení hmotnosti zepředu dozadu. Jako složitější cvik můžeme zařadit do baterie cviků také chůzi vzad a po čáře (Uhlíř, 2008).

Proprioceptivní neuromuskulární facilitace je známou a často využívanou metodou na rehabilitačních pracovištích, vypracovanou Hermannem Kabatem a jeho spolupracovnicemi Margaretou Knottovou a Dorothy E. Vossovou. Má velmi široké spektrum využití. Především se užívá u onemocnění CNS s poruchami motoriky, ale i u poškození periferních nervů, u ortopedických poruch a traumatických postiženích (Pavlů, 1999). Tato metoda usnadňuje reakci nervosvalového mechanismu pomocí proprioceptivních orgánů (Holubařová & Pavlů, 2007). Pohyby, jež technika používá, byly převzaty z přirozených pohybů zdravého člověka. Jedná se o pohyby prostorové, během kterých pracují velké svalové skupiny v několika rovinách. Pohybové vzorce jsou popsány pro hlavu a krk, trup a končetiny. Pohyby horních i dolních končetin a trupu jsou uspořádány do pohybových vzorců mající spinální a diagonální průběh. Spinální průběh zajišťuje rotace, jež se objevuje na začátku pohybu, v průběhu i na konci. Diagonální směr pohybu znamená, že pohyb kříží podélnou osu těla a zajišťuje ji flexe nebo extenze s abdukci nebo addukcí (Haladová, 2007).

Mezi speciální metodu se řadí biofeedback, v neurorehabilitaci nejvíce využívaná v elektromyografické formě, kterou se trénuje schopnost selektivní motoriky. S využitím biofeedbacku je většinou možné trénovat jen izolované skupiny svalů. Dalším využitím biofeedbacku je registrace tlaku pod podrážkou, jež je důležitá pro trénink přenášení váhy při chůzi (Lippertová-Grünerová et al., 2005).

Mezi poslední využívanou metodu bychom zařadili senzomotorickou stimulaci. Pojem a ucelený terapeutický přístup zavedl Janda a jeho kolektiv, přičemž vyšel ze studií Freemanových a prací Hervéoua a Mésseána. Anglický ortoped Freeman zavedl pojem útlum a inkoordinace, kterou vysvětloval na podkladě deafferentace z poraněného kloubu. Teoretické základy SMS vychází z poznání, že hybný systém je nutno chápat jako celek (kostně - kloubní, svalový systém, nervové dráhy a centra jsou považovány za klinickou jednotku). Využívá se stimulace aferentních systémů k facilitaci motorických eferentních center a drah. V této metodice nejde jen o aktivaci proprioceptorů, ale snad ještě více o aktivaci podkorových mechanismů, které se na řízení motoriky podílejí (Haladová, 2007). Tato metoda vychází z koncepce o dvou stupních motorického učení. První stupeň bývá charakterizován snahou zvládnout nový pohyb a vytvořit základní funkční spojení. Na tomto procesu se podílí mozková kůra (parietální a frontální lalok – oblast senzorická a motorická).

Řízení pohybu na této úrovni je velice únavné a vyžaduje výraznou kortikální aktivaci. Z tohoto důvodu se po dosažení alespoň základního provedení pohybu ventrální nervový systém snaží přesunout řízení pohybu na nižší, podkorová a regulační centra. A tak vzniká druhý stupeň motorického řízení, jenž je méně únavný a rychlejší. Má jednu nevýhodu, pokud dojde jednou k zafixování chybného stereotypu, špatně se mění (Janda & Vávrová, 1992). Technika senzomotorická stimulace obsahuje soustavu balančních cviků prováděných v různých posturálních polohách. Můžeme dobře ovlivnit nejčastější pohybové aktivity člověka, a to sed, stoj a chůzi. Neopomíná využití pomůcek, jako jsou válcové a kulové úseče (dává se přednost dřevěným, neboť dráždí kožní receptory více než hladká deska umělé hmoty), balanční sandály (dává se přednost těm, co mají vytvarované chodidlo se srdíčkem, neboť usnadňuje formování malé nohy), točna, fitter, minitrampolína a balanční míče (Janda & Vávrová, 1992).

## 3 CHŮZE

### 3.1 DEFINICE

Lidskou chůzi můžeme chápat jako způsob lokomoce, umožňující přesun z místa na místo. Vzpřímená bipední chůze se děje optimální rychlostí s minimálním energetickým výdejem u každého člověka individuálně s jemnými variacemi dle věku a pohlaví (Dungl, 2005).

Chůze může být definována jako metoda lokomoce charakterizována úseky zatěžování a uvolňování končetin. Tato lokomoce zahrnuje běhání, skákání, hopsání přes švihadlo, a také plavání nebo jízdu na kole. Je příznačná pro mnoho každodenních aktivit. Usnadňuje také různé sociální aktivity a je potřebná při mnoha zaměstnáních (Kirtley, 2006).

Chůze představuje jeden z nejběžnějších způsobů pohybu a tvoří nezbytnou součást každodenního života. Mohli bychom ji definovat jako rytmický a vzájemný pohyb dolních končetin, u kterého je vždy jedna noha v kontaktu s podložkou (Trew & Everett, 1997).

### 3.2 KROKOVÝ CYKLUS

Chůze má cyklický charakter. Doba, která uplyne mezi dvěma okamžiky dotyku obou dolních končetin se zemí současně, se nazývá jednoduchý krok. Oproti dvojkroku (synonymum krokový cyklus), který je časovou periodou mezi dvěma okamžiky stejné polohy totožné dolní končetiny. Krokový cyklus je základní jednotkou chůze a můžeme jej rozdělit na několik částí (Svoboda & Janura, 2010; Rose & Gamble, 2006).

Každý krok začíná noha jako flexibilní struktura a dokončuje jej jako rigidní páka, udržující balanci těla (Dungl, 2005).

Chůze se skládá z neustálého opakování kroků v krokovém cyklu. Jeden krokový cyklus začíná úderem paty a končí úderem stejnostranné paty (Trew, 1997; Kirtley, 2006).

Véle (2006) rozděluje krokový cyklus na tři části: stojnou fázi, švihovou a fázi dvojí opory. **Švihová fáze** je dle něj náročná na udržení vodorovné polohy pánve, jež má tendenci na straně švihové nohy poklesnout, neboť ztratila jeden ze dvou bodů opory a zůstává podepřena pouze jednou a to opornou nohou. Proto dochází k mírnému poklesu pánve na straně švihové nohy a tento pokles se musí vyrovnat aktivitou abduktorů oporné nohy, ale i aktivitou m. quadratus lumborum a m. iliopsoas na straně švihové nohy. Celou fází ukončí kontakt s opěrnou plochou švihové nohy. **Za začátek stojné fáze** se považuje úder paty švihové nohy na podložku. Kontakt nohy se posléze rozšiřuje z paty na celou plantu.

Střídáním supinace a pronace nohy se zajišťuje pevná opora pro působení reakční síly. Z končetiny původně brzdící pád se stává končetina oporná. Na tuto fázi navazuje propulzní pohyb spojený paty plantární flexí nohy, a tak se z oporné končetiny stává odrazová, jenž je zdrojem propulzní síly zvedající tělo mírně vzhůru a dopředu. Celá stojná fáze je ukončena odvinutím palce zakončujícím propulzní část pohybu. Z oporné se stává švihová končetina. **Fáze dvojí opory**, je součástí stojné fáze, jedná se o přechod k fázi švihové. Jde o dobu, kdy se obě končetiny dotýkají oporné báze - odvíjení špičky na stojné noze se kryje s kontaktem paty na švihové noze. Na rozdíl od běhu, u kterého fáze dvojí opory chybí.

Dle Vaughana, Davise, & O'Connora (1992) vyapadá krokový cyklus takto:

Stojná fáze:

1. Úder paty – heel strike (HS)
2. Plný kontakt nohy – foot flat (FF)
3. Střed stojné fáze – midstance (MS)
4. Odvinutí paty – heel off (HO)
5. Odraz palce – toe off (TO)

Švihová fáze:

6. Zrychlení – acceleration
7. Střed švihové fáze – midswing (MSW)
8. Zpomalení – deceleration

Jiné a podrobněji zpracované rozdělení uvádí Perry & Burnfield (2010):

### **1. Počáteční kontakt (Inicial contact) – 0 – 2% krokového cyklu (GC – Gait Cycle)**

Tato fáze zahrnuje okamžik, kdy dopadne chodidlo na podložku a díky tomu dochází k převzetí hmotnosti těla. Kyčel je ve flexi, koleno v extenzi a kotník se blíží své neutrální poloze. Kontakt s podložkou je většinou učiněn patou. Druhá končetina je v pozici předšvihu.

### **2. Stádium zatěžování (Loading response) - 2-12% GC**

Postupné zatěžování je součástí fáze dvojí opory. Následuje fázi počátečního kontaktu nohou na podložce a končí odrazem kontralaterálního palce. Hmotnost těla je přenesena na přední končetinu. Zhoupnutím paty a



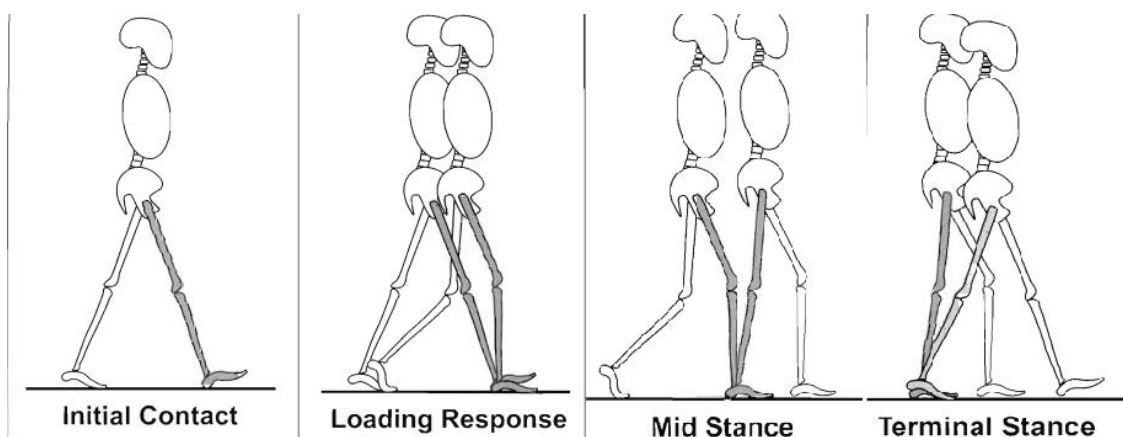
flektovaného kolene je docíleno tlumení nárazů. V této fázi se trup ocitá v nejnižší vertikální poloze a pokračuje pohybem laterálním. V kyčli dochází k extenzi a v koleni k flexi. Hlezenní kloub přechází do plantární flexe.

### 3. Mezistoj (Mid stance) – 12 – 31% GC

Začíná odlepením kontralaterálního palce, tímto ukončuje fázi dvojí opory, a trvá, dokud se hmotnost těla nepřesune k předonoží. U kyčelního a kolenního kloubu začíná extenze a v hlezenním kloubu dochází k dorzální flexi. Na druhostranné končetině dochází ke švihové fázi.

### 4. Koncový stoj (Terminal stance) – 31 – 50% GC

Tato fáze začíná odrazem paty od podložky, kdy došlo k vrcholu extenze kolenního kloubu a maximální dorzální flexi hlezenního kloubu, a končí, když se druhostranná končetiny dotkne podložky. Kyčelní kloub je stále v extenzi. Těžiště těla se promítá před stojnou končetinu.



**Obrázek 3** Zobrazení počátečního kontaktu, postupného zatěžování, mezistoje a koncového stoje (Perry & Burnfield, 2010)

### 5. Předšvih (Pre-swing) – 50 – 62% GC

Jedná se o poslední část stojné fáze, označovanou také jako druhá dvojí opora v krokovém cyklu. V této fázi dochází k rychlému odlehčení zatížené končetiny přenosem tělesné hmotnosti na druhou končetinu. Začíná počátečním kontaktem druhostranné končetiny a končí odrazem palce. Aktivita svalů signalizuje přípravu končetiny na švihovou fázi.

## 6. Počáteční švih (Initial swing) – 62 – 75% GC

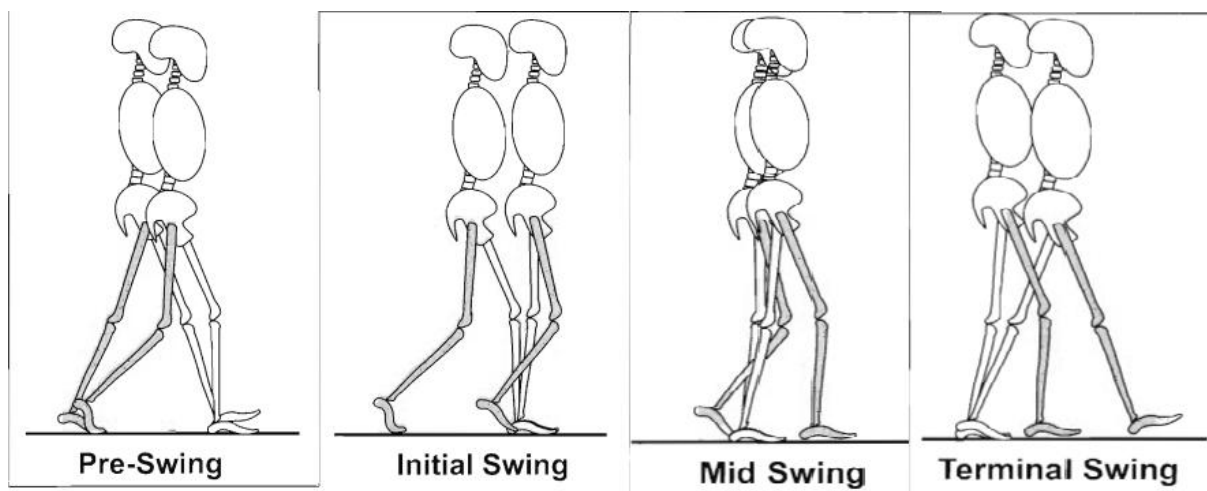
Jedná se o první fázi krokového cyklu, při níž končetina nespočívá na podložce. Začíná zvednutím chodidla, a z tohoto důvodu dochází k maximálnímu pokrčení kolene a k dorzální flexi v hlezenním kloubu. Jakmile švihová noha mine stojnou nohu, tak je tato fáze ukončena.

## 7. Mezišvih (Mid swing) – 75 – 87% GC

Dochází k flexi kyčelního kloubu, rychlé (až úplné) extenzi kolenního kloubu. Hlezenní kloub se dostává do neutrální pozice. Okamžik, kdy je holenní kost švihové končetiny rovnoběžná s vertikálou, odlišuje fázi mezišvihu od koncového švihu.

## 8. Koncový švih (Terminal swing) – 87 – 100% GC

V konečné švihové fázi se končetina připravuje a zaujímá co nejlepší optimální polohu pro kontakt s podložkou. Kolenní kloub se nachází v maximálním natažení a kyčelní kloub je mírně pokrčen.



**Obrázek 4** Zobrazení předšvihu, počátečního švihu, mezišvihu a koncového švihu (Perry & Burnfield, 2010)

Sutherland et al.(1988) dělí krokový cyklus na stojnou fázi (stance phase) a švihovou fázi (swing phase), které pak dále dělí:

Stojná fáze:

1. počáteční dvojoporová fáze (initial double support)
2. jednooporová fáze (single limb stance)
3. druhá dvojoporová fáze (second double support)

Švihová fáze:

1. počáteční švih (initial swing)
2. mezišvih (mid-swing)
3. konečný švih (terminal swing)

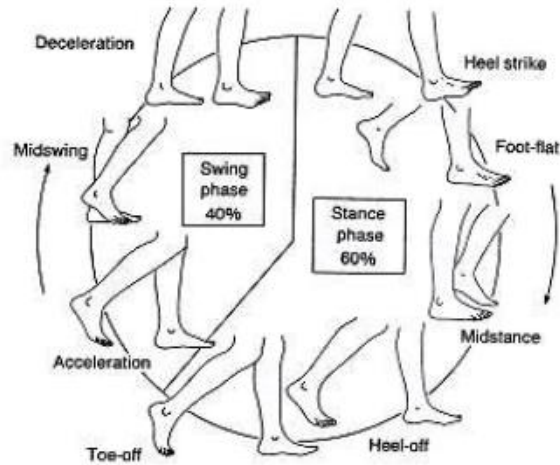
Vaughan (1992) uvádí následující dělení (obrázek 5):

Stojná fáze:

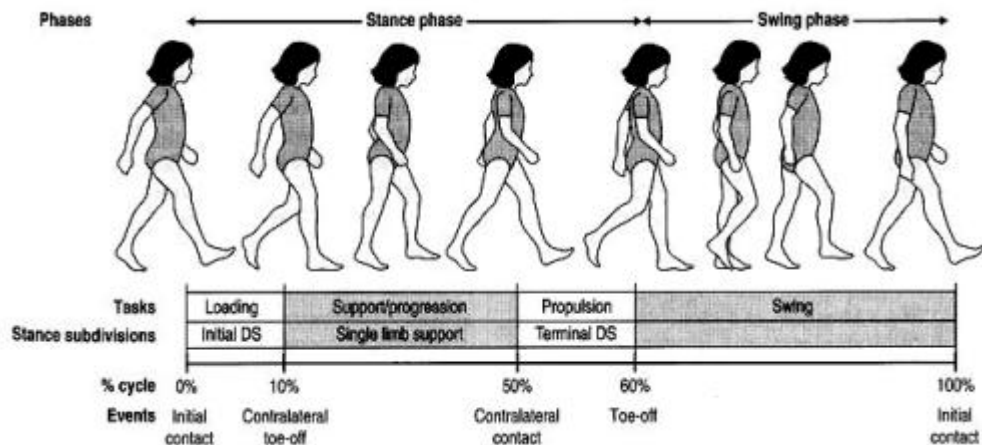
1. úder paty (heel strike)
2. kontakt nohy (foot flat)
3. mezistoj (midstance)
4. odvinutí paty (heel-off)
5. odraz palce (toe-off)

Švihová fáze:

1. zrychlení (acceleration)
2. mezišvih (midswing)
3. zpomalení (deceleration)



**Obrázek 5** Dělení krokového cyklu dle Vaughana (1992). Švihová část zaujímá 40% a stojná 60%. Názorná ukázka funkce nohy při určitých částech krokového cyklu

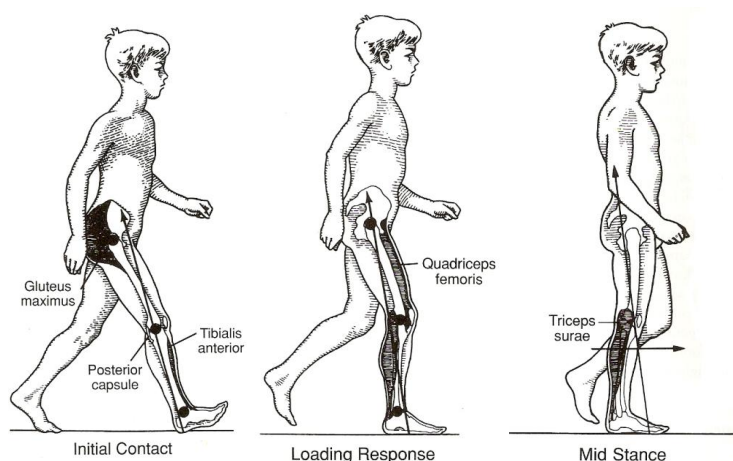


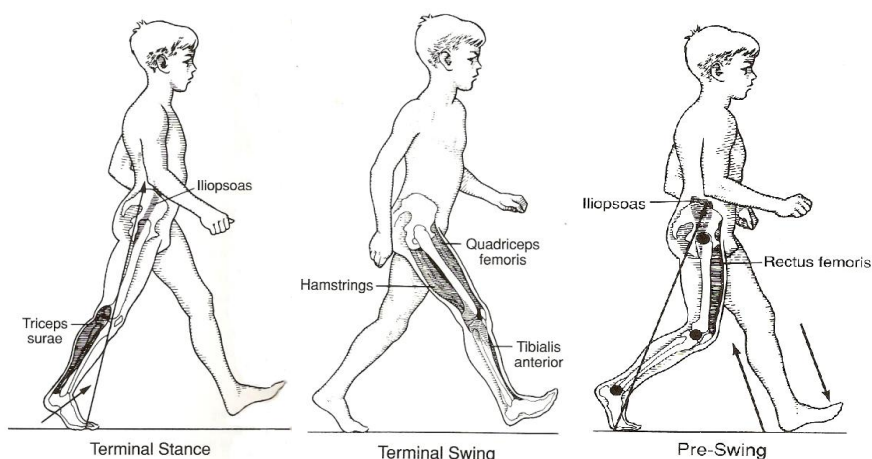
**Obrázek 6** Kirtley (2006) popisuje tři klíčové události, které odpovídají třem zhoupnutím kotníku“(ankle rockers) během chůze. Těmi jsou zatížení, opora/přenos zatížení a poslední švih

### 3.3 AKTIVACE SVALŮ BĚHEM KROKOVÉHO CYKLU

Během iničiálního kontaktu, kterým máme na mysli kontakt paty s podložkou, je zapojen m. quadriceps femoris i hamstringy (obrázek 7). Tyto svaly zabraňují hyperextenzi kolene. V akci je také m. tibialis anterior, který udržuje dorzální flexi v přípravě pro kontrolovaný pohyb do plantární flexe. Při postupném zatěžování dochází ke koncentrické

kontrakci m. gluteus maximus, který extenduje kyčel a zrychluje tak ventrální pohyb trupu vůči femuru. Dále dochází k odemknutí kolene koncentrickou aktivitou hamstringů, což umožňuje m. quadriceps femoris kontrolovat excentrickou kontrakcí velikost flexe v koleni. M. tibialis anterior brzdí dopad chodidla. Excentrická kontrakce m. gluteus medius stabilizuje pánve v laterolaterálním směru a zabraňuje poklesu pánve na protilehlé straně. Během fáze mezistoje se zapojuje excentricky m. soleus, jenž zpomaluje dorzální flexi v hlezenním kloubu. Ve fázi odvíjení chodidla nastupuje akce m. triceps surae, jenž odvíjí chodidlo od podložky, provádí tedy plantární flexi v hlezenním kloubu a obstarává tak dostatečnou sílu k pohybu končetiny vpřed. Ve finální fázi odvíjení chodidla se aktivují m. tibialis anterior a m. peroneus longus, jež zvedají zevní okraj chodidla, což napomáhá k odrazu chodidla palcem. Ve švihové fázi flektují kolenní kloub svalstva na zadní straně stehna, dále koncentrickou aktivitou m. tibialis anterior a dlouhých extenzorů prstců je zajištěna dorzální flexe hlezenního kloubu. Při míjení končetiny není třeba velké svalové aktivity, děje se jen ze setrvačnosti pohybu po odrazu nohy. Pouze m. tibialis anterior kontroluje svou aktivitou neutrální polohu v hlezenním kloubu. V poslední fázi krokového cyklu dochází k aktivaci m. quadriceps femoris, který propíná koleno, excentrická kontrakce hamstringů a m. gluteus maximus zpomaluje rychlost stehna a umožňuje optimální nastavení pro iniciální kontakt. Také aktivita m. tibialis anterior nechybí, poněvadž udržuje hlezenní kloub v neutrální poloze (Whittle, 2007; Rose & Gamble, 2006).





**Obrázek 7** Zobrazení zapojení svalů v jednotlivých fázích krokového cyklu (Rose & Gamble, 2006)

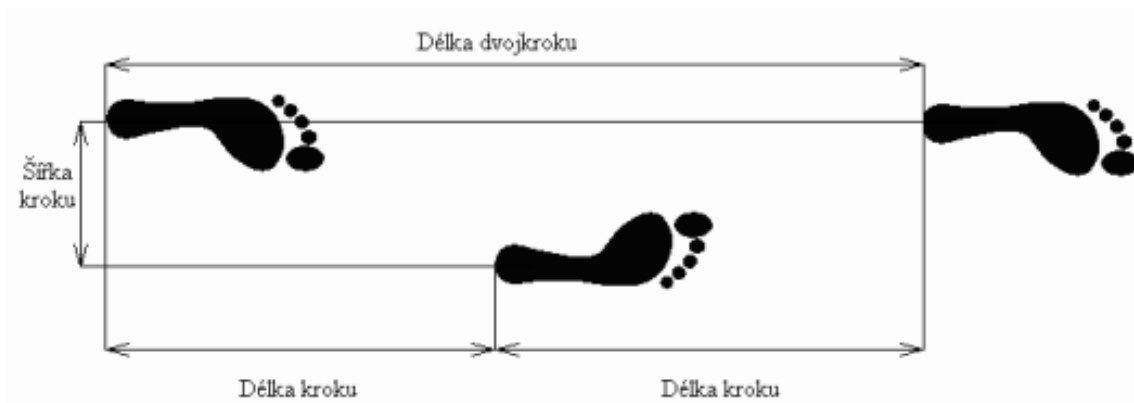
### 3.4 CHARAKTERISTIKA CHŮZE

U chůze lze porovnat i jiné parametry než jsou fáze krokového cyklu, mluvíme o tzv. časoprostorových parametrech chůze. Mezi ně řadíme např. délku kroku, dvojkroku, šířku kroku, rychlost chůze atd.

Délka kroku (step length), je definována jako vzdálenost mezi kontaktem paty jedné dolní končetiny s podložkou a kontaktem paty druhé nohy. Délka dvojkroku (stride length) tvoří dvojnásobek délky kroku. Ale můžeme ho najít definován také jako vzdálenost mezi dvěma kontakty s podložkou stejným chodidlem. Tyto dvě délky závisí na několika faktorech např. rychlosti chůze, stáří a na délce dolních končetin. Při krátké délce končetin, rostoucímu věku a klesající rychlosti chůze je velikost těchto parametrů nižší (Kirtley, 2006; Trew & Everett, 1997).

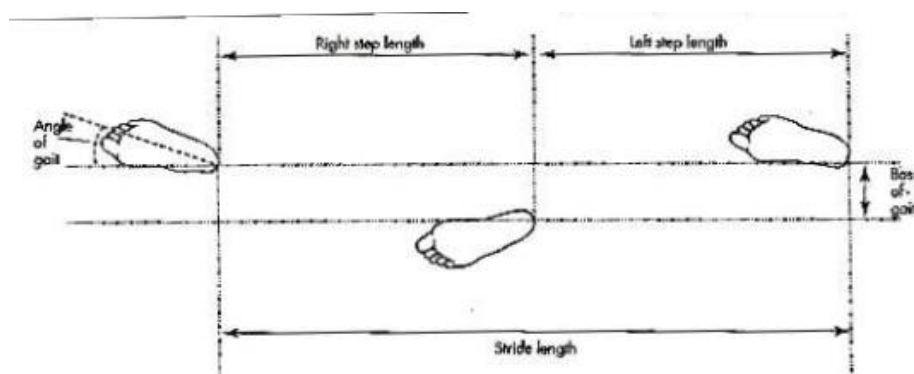
Šířku kroku (step width) lze určit ze vzdálenosti mezi dvěma chodidly při počátečním kontaktu (obrázek 8). Je měřena obvykle od středu pat. Na tyto dvě osy v sagitální rovině se vede kolmice, jež znázorňuje výslednou šířku kroku (Trew & Everett, 1997).

Rychlost chůze jedince můžeme vypočítat jako podíl dráhy a času ( $v=s/t$ ). Každý člověk má svou přirozenou rychlost chůze, jež je permanentně přizpůsobována vnějším podmínkám (Kirtley, 2006).



**Obrázek 8** Zobrazení délky kroku a dvojkroku, šířky kroku (Svoboda, 2008)

Míru vytočení nohy zevně (obrázek 9) nebo vtočení dovnitř popisuje úhel chodidla (foot angle). V případě vtočení nohy dovnitř je úhel negativní, při vytočení nohy zevně naopak pozitivní. Většina populace chodí s pozitivním úhlem chodidla až do 30°. Tento úhel závisí především na velikosti rotace v kyčelním kloubu, v menší míře na rotaci mezi tibií a femurem (Trew & Everett, 1997).



**Obrázek 9** Charakteristika chůze (Valmassy, 1996)

Počet kroků za určitou časovou periodu se označuje kadence, frekvence nebo také rytmus. Závisí na délce dolních končetin. Kratší končetiny mají tendenci k rychlejší kadenci a delší naopak k pomalejší. Ženy mají v průměru kratší dolní končetiny než muži, z toho vyplývá, že mají tendenci k rychlejší kadenci. U malých dětí je kadence mnohem větší než u žen, s dospíváním ale klesá (Kirtley, 2006).

Opěrná plocha je definována jako plocha kontaktu lidského těla s podložkou (Janura & Janurová, 2007). Dle Vařeky (2002) je opěrná plocha (Area of Support) částí plochy kontaktu (Area of Contact), která je využita k vytvoření opěrné báze. Opěrná plocha je tedy menší než plocha kontaktu. Pak také existuje pojem opěrná báze (Base of Support). Jedná se o útvar vytvořený spojením krajních bodů opěrné plochy (Janura & Janurová, 2007).

Těžiště (Centre of Mass - COM) označuje působišťe tíhové síly, která působí na hmotné těleso. Při stoji spojném se vzpřímenou hlavou a horními končetinami volně spuštěnými podél těla se těžiště nachází ve výšce druhého až třetího křížového obratle, asi 4 – 6 cm před promotoriem. Těžiště lze stanovit jako průměr COM všech segmentů. Těžiště se během chůze pohybuje sinusově nahoru a dolů (Vařeka & Vařeková, 2009; Janura, 2007; Valmassy, 1996).

Center of Gravity je průmět společného těžiště těla do roviny opěrné báze. Ve statické poloze se center of gravity musí nacházet v opěrné bázi (Vařeka & Vařeková, 2009).

Pojem definující průměr všech tlakových sil působících na plosku nohy se nazývá Centre of Pressure. Při chůzi se centre of pressure pohybuje od laterální strany paty přes hlavičky prvního a druhého metatarzu až k poslednímu článku palce nohy (Kirtley, 2006).



## **4 CÍL**

### **4.1 HLAVNÍ CÍL PRÁCE**

Cílem diplomové práce je zhodnotit chůzi u pacientů s diagnózou hydrocefalus před a po operační léčbě – zavedení shuntu

#### **4.1.1 Dílčí cíle**

- Analyzovat změny úhlových rozsahů kloubů dolních končetin a pánve před a po provedené drenážní operaci pacientů.
- Analyzovat změny frekvence chůze, rychlosti chůze, délky, šířky a trvání kroku před a po provedené drenážní operaci pacientů.

### **4.2 HYPOTÉZY**

- H1: Rozsah pohybu dolních končetin a pánve se liší před a po drenážní operaci pacientů
- H2: Časově-prostorové parametry chůze se liší před a po drenážní operaci pacientů

Kritériem pro potvrzení hypotézy bylo nalezení alespoň 3 statisticky významných rozdílů

## **5 METODIKA**

Výzkumný soubor tvořily dospělé osoby s diagnózou normotenzní hydrocefalus. Vstupní a výstupní měření probíhalo za stejných podmínek v biomechanické laboratoři Fakulty tělesné kultury. Pro analýzu chůze byly využity kinematický systém VICON MX a silové plošiny Kistler. Analyzovány byly kinematické a kinetické parametry chůze. Výsledky studie byly statisticky zpracovány.

Projekt byl schválen etickou komisí Fakulty tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci. Před začátkem každého měření byli všichni probandi seznámeni s průběhem daného měření a podepsali informovaný souhlas s anonymním využitím údajů pro výzkumné účely.

### **5.1 CHARAKTERISTIKA MĚŘENÉHO SOUBORU**

Našeho měření chůze se zúčastnilo 9 osob s diagnózou normotenzní hydrocefalus, avšak u třech osob nebylo možné provést kontrolní měření 4 až 5 měsíců po operaci pro posouzení efektu operačního zákroku. Výzkumný soubor tedy tvořilo 6 osob (4 muži a 2 ženy, věk  $67,2 \pm 5,7$  let, výška  $171,8 \pm 14,4$  cm, hmotnost  $91,5 \pm 21,3$  kg). Kontrolní měření po operaci proběhlo  $4,6 \pm 0,8$  měsíců po operaci.

### **5.2 METODY A MĚŘICÍ ZAŘÍZENÍ**

Pro potřeby 3D kinematické analýzy byl k posuzování parametrů chůze využit systém Vicon MX (Oxford Metrics Group, Oxford, Velká Británie), a pro dopočítání časově-prostorových parametrů také silové plošiny Kistler (Kistler Instrument, Winterthur, Švýcarsko).

### **5.3 REALIZACE MĚŘENÍ**

Před každým pořízením záznamu probanda byly na vybrané segmenty subjektů rozmístěny zevní markery podle modelu Plug-In Gait. Konkrétně se jednalo o tyto segmenty na pánvi – pravá a levá spina iliaca anterior superior a pravá a levá spina iliaca posterior superior. Na dolních končetinách – pravá a levá polovina stehenní kosti, levý a pravý laterální epikondylus femuru, levá a pravá dolní třetina tibie, levý a pravý zevní malleolus, levý a

pravý tuber calcanei, levá a pravá hlavička druhého metatarsu z dorzální strany. Veškerá měření probíhala pouze ve spodním prádle a pohodlné plné obuvi.

#### **5.4 ZPRACOVÁNÍ DAT**

Data z 3D kinematické analýzy byla vyhodnocena v programu Vicon Nexus a Vicon Polygon. Pro zjištění rozdílu mezi chůzí před a po operaci pacientů jsme sledovali úhlové parametry dolních končetin, tedy ovlivnění úhlového rozsahu pohybu dolních končetin a pánve vlivem drenážní operace. Sledovali jsme tyto úhlové parametry: v hlezenním kloubu to byly pohyby v sagitální (dorzální flexe, plantární flexe), frontální (abdukce a addukce) a transverzální (zevní a vnitřní rotace) rovině; v kolenním kloubu to byly pohyby v sagitální (flexe a extenze), frontální (abdukce a addukce) a transverzální (zevní rotace a vnitřní rotace) rovině; v kyčelním kloubu to byly pohyby v sagitální (flexe a extenze), frontální (abdukce a addukce) a transverzální (zevní a vnitřní rotace) rovině; pohyby v pánvi jsme sledovali v rovině sagitální (anteverze a retroverze), frontální (deprese a elevace) a transverzální (zevní a vnitřní rotace pánve).

Dále jsme sledovali ovlivnění délky kroku, frekvence chůze, rychlosti chůze, trvání kroku a šířky kroku.

#### **5.5 STATISTICKÉ ZPRACOVÁNÍ DAT**

Data byla statisticky zpracována v programu Statistica (verze 12, StatSoft, Tulsa, USA). Pro porovnání hodnot před a po operaci byl vzhledem k malé velikosti souboru použit neparametrický párový Wilcoxonův test. Věcná významnost byla hodnocena pomocí koeficientu  $r = \sqrt{Z / N}$ , kde  $Z$  je výsledek testového kritéria Wilcoxonova testu a  $N$  je celkový počet vzorků. Hodnota  $r > 0,5$  byla uvažována jako velký efekt, hodnota  $0,3 < r < 0,5$  jako střední efekt.

## 6 VÝSLEDKY

Data byla zpracována a následně zanesena do tabulek (tabulka 5) a do grafů. Do grafů byly zaneseny úhlové parametry segmentů v průběhu krokového cyklu. Každý segment byl měřen v rovině sagitální, frontální i transverzální. Grafy jsou rozděleny podle roviny a podle kloubu, ve kterém byl pohyb sledován. Každý graf obsahuje dvě barevně odlišené sloupce. První znázorňuje průběh úhlových parametrů v průběhu krokového cyklu v prvním měření, tedy před zavedením shuntu. Druhý sloupec znázorňuje průběh úhlových parametrů během krokového cyklu v druhém měření po operaci pacienta.

**Tabulka 5** Rozsah pohybu u dolních končetin a pánve před a po operaci

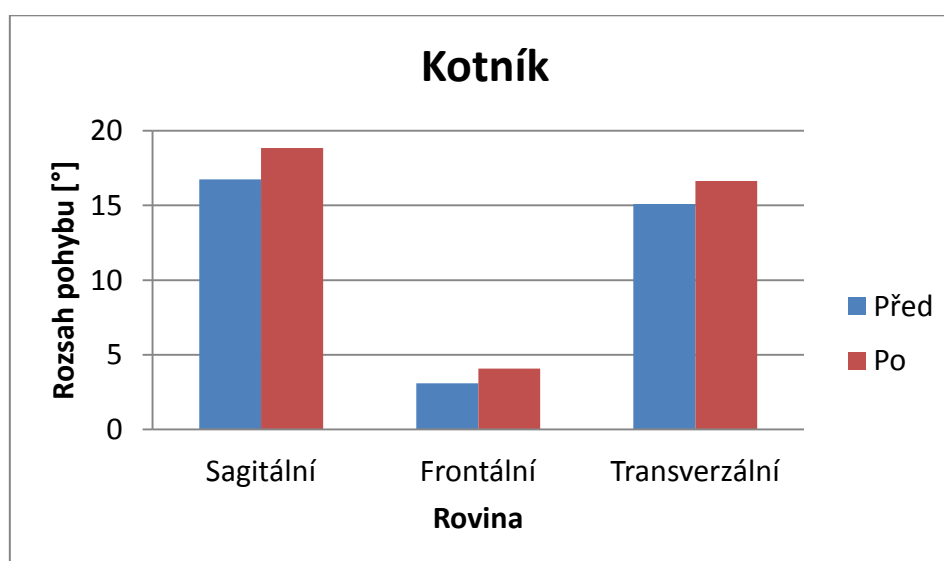
Kloub/ segment	Rovina	Před			Po			Významnost	
		Průměr	Medián	SD	Průměr	Medián	SD	p	r
Kotník	Sagitální	16,7	15,0	4,1	18,8	18,1	3,7	0,028	0,64
	Frontální	3,1	2,8	2,4	4,1	4,0	0,8	0,249	0,33
	Transverzální	15,1	13,3	5,5	16,6	16,1	3,6	0,345	0,27
Koleno	Sagitální	31,9	31,4	7,6	34,8	33,8	8,1	0,075	0,51
	Frontální	14,2	13,6	4,0	19,6	19,3	3,7	0,028	0,64
	Transverzální	12,0	10,6	5,1	13,1	13,3	1,8	0,345	0,27
Kyčel	Sagitální	22,4	21,3	6,0	27,4	30,7	7,2	0,028	0,64
	Frontální	6,0	6,5	1,2	7,0	6,7	0,8	0,345	0,27
	Transverzální	15,3	16,9	6,8	23,7	22,9	5,4	0,075	0,51
Pánev	Sagitální	2,8	2,9	0,4	2,9	2,8	0,6	0,917	0,03
	Frontální	4,4	4,2	1,4	4,6	3,6	2,4	0,917	0,03
	Transverzální	9,1	8,8	2,2	8,8	9,6	2,1	0,600	0,15

Legenda: SD – směrodatná odchylka, p – hladina statistické významnosti, r – věcná významnost pro Wilcoxonův test

Při porovnání hodnot rozsahu pohybu měřených během chůze u pacientů před a po drenážní operaci jsme našli tři statisticky významné rozdíly mezi oběma měřeními (statisticky i věcně významné – velký efekt) a to v hlezenním kloubu sagitální roviny, kolenním kloubu frontální roviny a kyčelním kloubu sagitální roviny ( $p < 0,05$ ). Velký efekt mezi měřeními jsme našli v hlezenním kloubu sagitální roviny, kolenním kloubu sagitální a frontální roviny, kyčelním kloubu sagitální a transverzální roviny ( $0,5 < r$ ). Ke střednímu efektu před a po operaci pacientů došlo v hlezenním kloubu frontální roviny ( $0,3 < r < 0,5$ ).

Z níže uvedeného grafu (graf 1) můžeme vidět, že pohyb v kotníku byl rozdělen do tří skupin – rovina sagitální, frontální a transverzální. V rovině sagitální byl sledován pohyb v hlezenním kloubu do plantární a dorzální flexe. Tady se se statistickým rozdílem zlepšila pohyblivost v sagitální rovině ( $p = 0,028$ ;  $r = 0,64$ ). Ve frontální rovině byl sledován pohyb do addukce a abdukce v hlezenním kloubu. V této rovině byl nalezen střední efekt operace  $r = 0,33$ . V transverzální rovině byl sledován pohyb v hlezenním kloubu do zevní rotace a vnitřní rotace. V této rovině nebyl nalezen statisticky významný rozdíl před a po drenážní operaci pacientů.

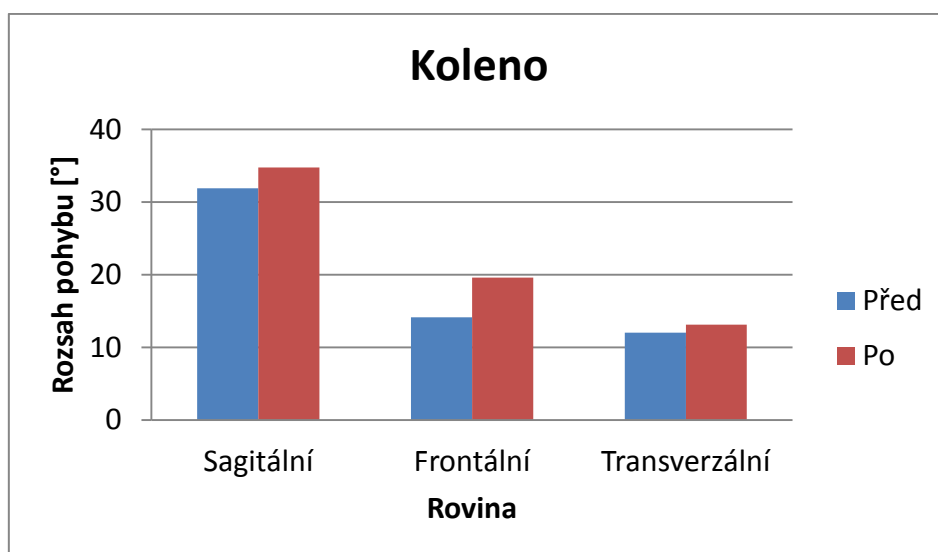
**Graf 1** Rozsah pohybu v kotníku ve všech třech rovinách před a po operaci



Legenda: Před měření před aplikací shuntu, Po – měření po aplikaci shuntu.

Z níže uvedeného grafu (graf 2) můžeme vidět pohyb v koleni rozdělen do tří skupin a to do roviny sagitální, frontální a transverzální. V rovině sagitální jsme sledovali pohyb do flexe a extenze kolene. V této rovině je velký efekt operace v porovnání naměřených dat před a po operaci ( $r = 0,51$ ). V rovině frontální jsme sledovali pohyb v kolenním kloubu do abdukce a addukce. Tady jsme našli statisticky významný rozdíl mezi oběma měřeními ( $p = 0,028$ ;  $r = 0,64$ ). V poslední transverzální rovině jsme sledovali pohyb v kolenním kloubu do zevní rotace a vnitřní rotace. V této rovině nebyl nalezen statisticky významný rozdíl.

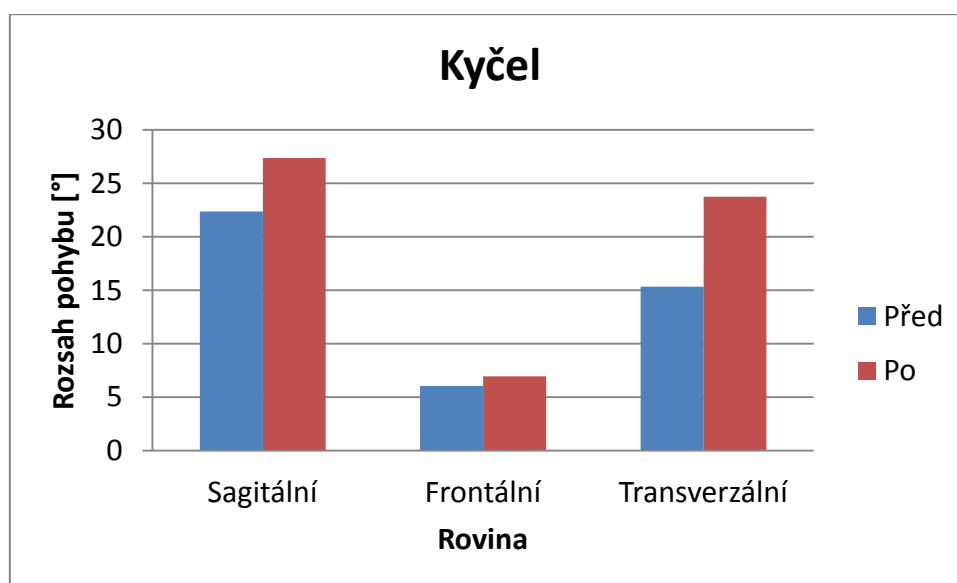
**Graf 2** Rozsah pohybu v kolenní ve všech třech rovinách před a po operaci



Legenda: Před měření před aplikací shuntu, Po – měření po aplikaci shuntu.

Z níže uvedeného grafu (graf 3) můžeme vidět pohyb v kyčelním kloubu rozdělen do tří skupin – rovina sagitální, frontální a transverzální. V rovině sagitální jsme sledovali pohyb v kyčelním kloubu do extenze a flexe. V této rovině byl nalezen statisticky významný rozdíl před a po operaci pacientů ( $p = 0,028$ ,  $r = 0,64$ ). V rovině frontální byl sledován pohyb do abdukce a addukce v kyčli. V této došlo ke statisticky nevýznamnému rozdílu během měření před a po operaci pacientů. A naposledy v transverzální rovině byl sledován pohyb do zevní a vnitřní rotace, u kterého byl nalezen velký efekt operace oproti měření před operací ( $r = 0,51$ ).

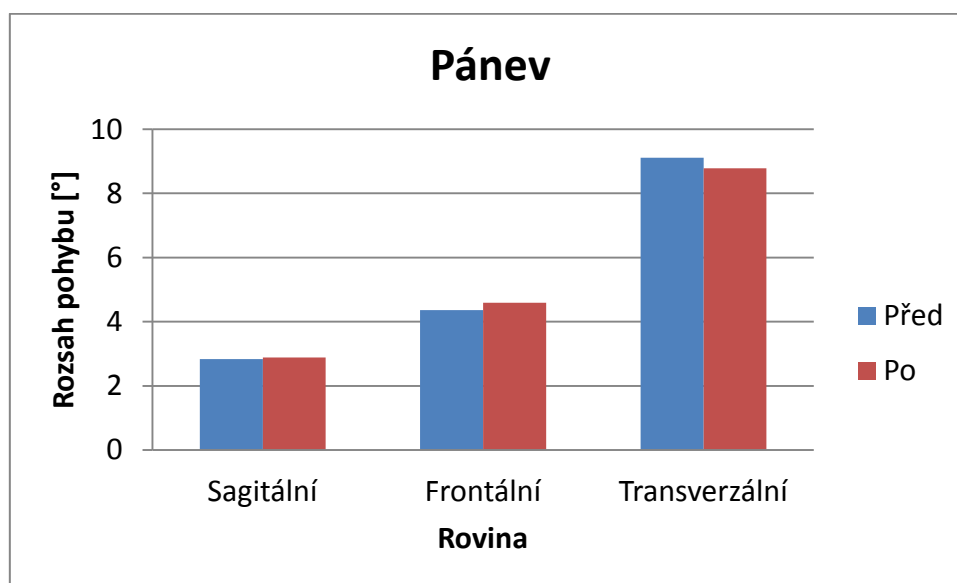
**Graf 3** Rozsah pohybu v kyčli ve všech třech rovinách před a po operaci



Legenda: Před měření před aplikací shuntu, Po – měření po aplikaci shuntu.

Z níže uvedeného grafu (graf 4) můžeme vidět pohyb v pánvi rozdělen do tří skupin – rovina sagitální, frontální a transverzální. V rovině sagitální byl sledován pohyb do antevertze a retrovertze pánve. Ve frontální rovině byl sledován pohyb do deprese a elevace pánve. V obou těchto rovinách nebyl nalezen statisticky významný rozdíl naměřených dat před a po operaci pacientů. V transverzální rovině byl sledován pohyb zevní a vnitřní rotace pánve, u které také nebylo nalezeno signifikantně významné snížení rozsahu pohybu.

**Graf 4** Rozsah pohybu v pánvi ve všech třech rovinách před a po operaci



Legenda: Před měření před aplikací shuntu, Po – měření po aplikaci shuntu.

Dále uvádíme naměřená data časově-prostorových parametrů. Tato data byla zpracována a následně zanesena do tabulek (tabulka 6) a do grafů. Do grafů byly zaneseny parametry segmentů v průběhu krokového cyklu. Grafy jsou rozděleny dle sledovaného parametru – frekvence kroku, délka kroku, šířka kroku, trvání kroku a rychlost chůze. Každý graf obsahuje dvě barevně odlišené sloupce. První znázorňuje průběh časově-prostorových parametrů v průběhu krokového cyklu v prvním měření, tedy před zavedením shuntu. Druhý sloupec znázorňuje průběh těchto parametrů během krokového cyklu v druhém měření po operaci pacienta.

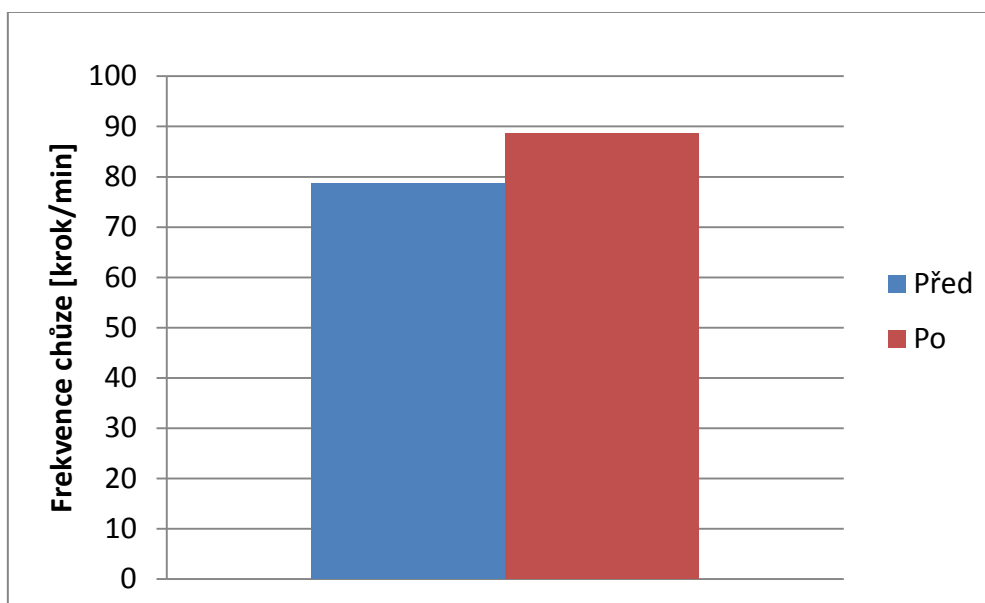
**Tabulka 6** Základní statistické charakteristiky u pacientů před a po aplikaci drenážní operace

Parametr	Před operací			Po operaci			Významnost	
	Průměr	Medián	SD	Průměr	Medián	SD	p	r
Frekvence [krok/min]	78,7	71,9	15,9	88,6	86,0	7,0	0,046	0,57
Délka kroku [m]	0,28	0,27	0,09	0,36	0,36	0,14	0,046	0,57
Šířka kroku [m]	0,29	0,28	0,04	0,28	0,29	0,03	0,753	0,09
Trvání kroku [s]	0,77	0,81	0,12	0,68	0,70	0,04	0,046	0,57
Rychlost chůze [m/s]	0,36	0,33	0,12	0,54	0,54	0,21	0,046	0,57

Legenda: SD – směrodatná odchylka, p – hladina statistické významnosti, r – věcná významnost pro Wilcoxonův test

Při porovnání hodnot měřených během chůze pacientů byly nalezeny čtyři statisticky významné hodnoty. Statisticky významný rozdíl a velký efekt operace byl zjištěn u parametru frekvence, délky kroku, trvání kroku a rychlosti chůze ( $p < 0,05$ ;  $0,5 < r$ ).

Jak můžeme z grafu (graf 5) vyčíst, že co se týče frekvence chůze, došlo ke zvýšení frekvence po aplikaci shuntu pacientům ( $p = 0,046$ ;  $r = 0,57$ ).

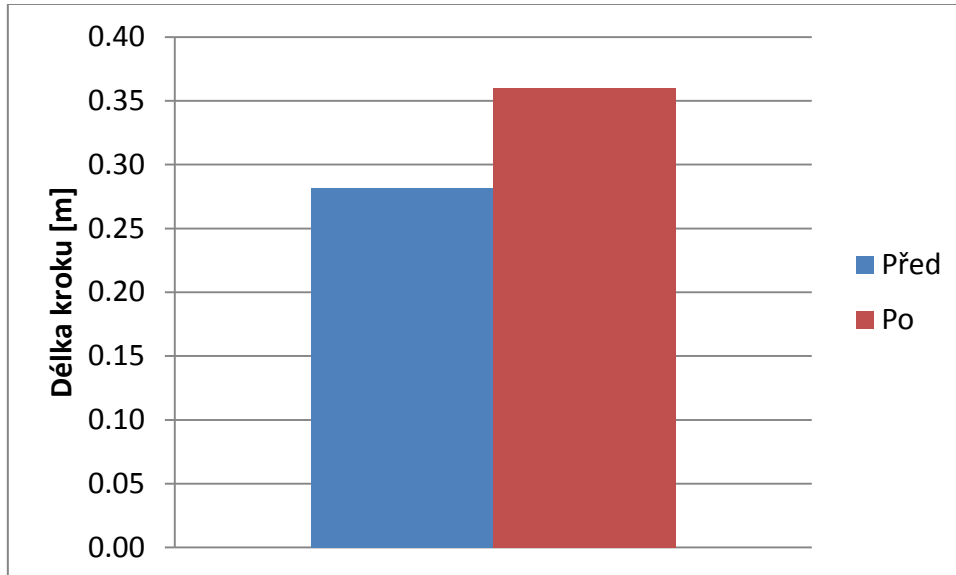
**Graf 5** Srovnání frekvence chůze před a po drenážní operaci

Legenda: frekvence chůze, Před - frekvence chůze měřena před aplikací shuntu, Po – frekvence chůze měřena po aplikaci shuntu.



Z grafu srovnávající délku kroku (graf 6) můžeme vyčíst, že došlo k výraznému zlepšení délky kroků ve srovnání u pacientů před a po aplikaci shuntu.

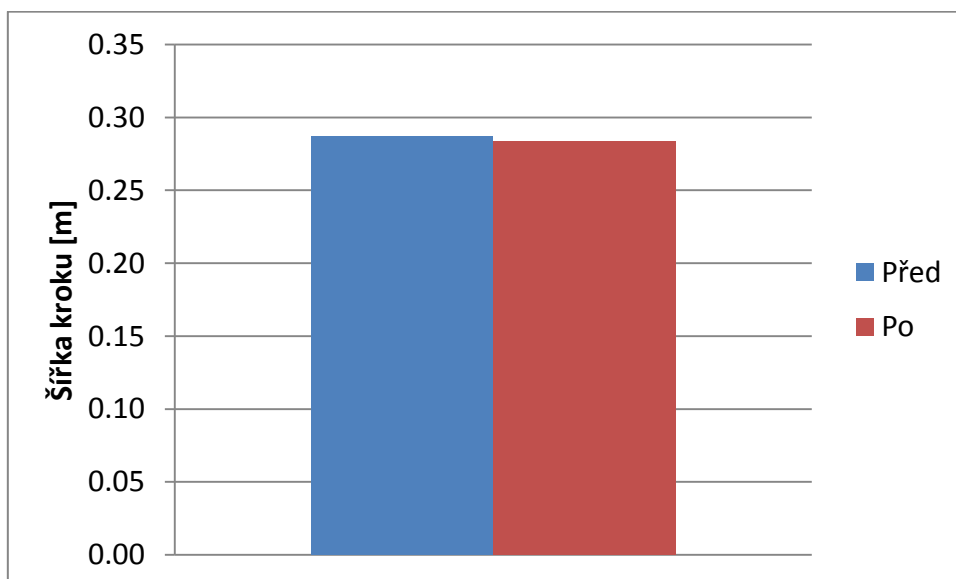
**Graf 6** Srovnání délky kroku před a po drenážní operaci



Legenda: frekvence chůze, Před - frekvence chůze měřena před aplikaci shuntu, Po - frekvence chůze měřena po aplikaci shuntu.

Z níže uvedeného grafu (graf 7) můžeme vyčíst, že šířka kroků před a po operaci pacientů s diagnózou hydrocefalus se minimálně zúžila. Rozdíl není statisticky významný ( $p = 0,753$ ;  $r = 0,09$ ).

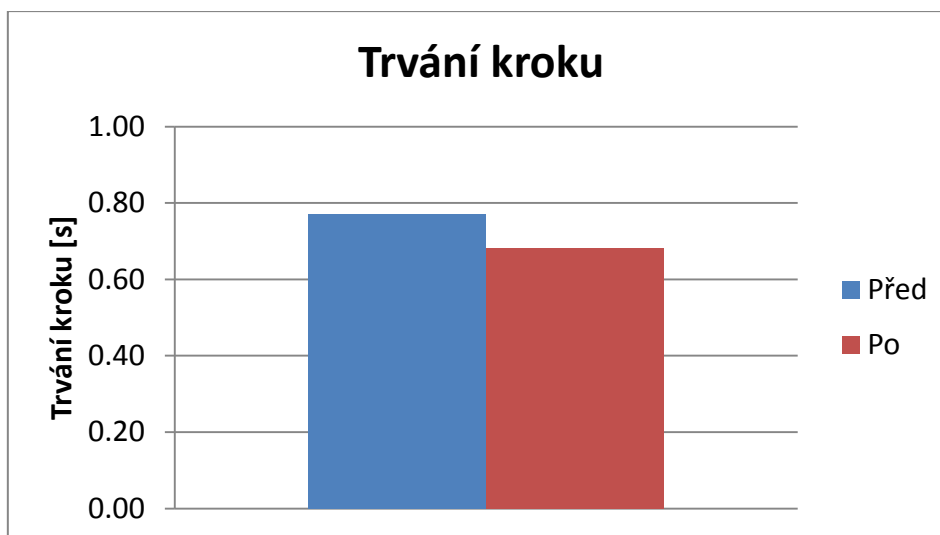
**Graf 7** Srovnání šířky kroku před a po drenážní operaci



Legenda: Šířka kroku, Před - frekvence chůze měřena před aplikaci shuntu, Po - frekvence chůze měřena po aplikaci shuntu.

Z níže uvedeného grafu (graf 8) můžeme vyčíst, že trvání kroku (s) před a po operaci u pacientů s diagnózou hydrocefalus bylo výrazně zkráceno ( $p = 0,046$ ;  $r = 0,57$ ).

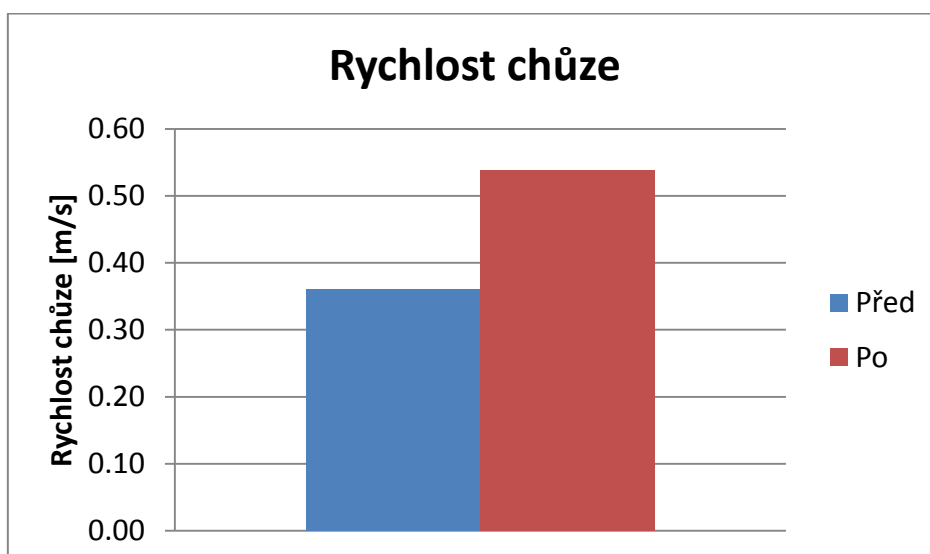
**Graf 8** Srovnání trvání kroku před a po drenážní operaci



Legenda: trvání kroku, Před - frekvence chůze měřena před aplikaci shuntu, Po - frekvence chůze měřena po aplikaci shuntu.

Z grafu (graf 9) srovnávající rychlost chůze před a po operaci jsme schopni vyčíst, že rychlost chůze se výrazně zrychlila.

**Graf 9** Srovnání rychlosti chůze před a po drenážní operaci



Legenda: Rychlost chůze, Před - frekvence chůze měřena před aplikaci shuntu, Po - frekvence chůze měřena po aplikaci shuntu.

## 6.1 VYJÁDŘENÍ K HYPOTÉZE H1

H1: Rozsah pohybu dolních končetin a pánve se liší před a po drenážní operaci pacientů

Hypotéza byla posuzována pro kotník, koleno, kyčel a pánev.

V případě hlezenního kloubu jsme při chůzi po drenážní operaci pacientů zjistili statisticky významný rozdíl u jednoho ze zkoumaných parametrů, a to významné a věcné zvětšení úhlového rozsahu pohybu v anteroposteriorním směru ( $r = 0,028$ ;  $p = 0,64$ ). U mediolaterálního pohybu jsme našli střední věcnou významnost zvětšení rozsahu pohybu ( $p = 0,33$ ). U rotačního pohybu hlezenního kloubu nebyl potvrzen při chůzi po drenážní operaci pacientů statisticky rozdíl rozsahu pohybu.

V případě kolenního kloubu jsme při chůzi po drenážní operaci pacientů zjistili jeden statisticky významný rozdíl, a to v rovině frontální ( $p = 0,028$ ). Došlo také ke dvěma věcným významnostem, zlepšení úhlového rozsahu pohybu v sagitální ( $r = 0,51$ ) i frontální rovině ( $r = 0,64$ ). U roviny transverzální nebylo potvrzeno při chůzi po drenážní operaci pacientů ke zvýšení rozsahu pohybu.

V případě kyčelního kloubu jsme při chůzi po drenážní operaci pacientů zjistili statisticky významný rozdíl. Statisticky a věcně významného zvětšení rozsahu pohybu došlo v sagitální rovině ( $p = 0,028$ ,  $r = 0,64$ ). V rovině frontální nebylo potvrzeno statisticky významné zvýšení rozsahu pohybu při chůzi po drenážní operaci pacientů. V rovině transverzální došlo k věcné významnosti zvýšení rozsahu pohybu ( $r = 0,51$ ).

V případě pánve jsme při chůzi po provedené drenážní operaci pacientů nezjistili statisticky významný rozdíl ani u jednoho ze tří zkoumaných parametrů.

Vzhledem k nalezení tří statisticky významných rozdílů v oblastech kotníku, kolene a kyčle přijímáme hypotézu H1.

## 6.2 VYJÁDŘENÍ K HYPOTÉZE H2

H2: Časově-prostorové parametry chůze se liší před a po drenážní operaci pacientů

Hypotéza byla posuzována parametry frekvence kroku, délky kroku, šířky kroku, trvání kroku a rychlosti chůze.

V případě frekvence kroku jsme při chůzi po provedené drenážní operaci zjistili jeden statisticky a jeden věcně významný rozdíl ( $p = 0,046$ ;  $r = 0,57$ ).

U parametru délky kroku jsme při chůzi po provedené drenážní operaci zjistili jeden statisticky a jeden věcně významný rozdíl ( $p = 0,046$ ;  $r = 0,57$ ).

U parametru šířky kroku jsme při chůzi po provedené drenážní operaci zjistili statisticky nevýznamný rozdíl ( $p = 0,753$ ;  $r = 0,09$ ).

U parametru trvání kroku jsme při chůzi po provedené drenážní operaci zjistili jeden statisticky a jeden věcně významný rozdíl ( $p = 0,046$ ;  $r = 0,57$ ).

U parametru rychlosti chůze jsme při chůzi po provedené drenážní operaci zjistili jeden statisticky a jeden věcně významný rozdíl ( $p = 0,046$ ;  $r = 0,57$ ).

Vzhledem k výše uvedeným výsledkům a nalezením tří statisticky významných rozdílů hypotézu H2 přijímáme.

## 7 DISKUZE

S diagnózou normotenzní hydrocefalus se v běžné praxi moc neseťkáváme. U této diagnózy vyvstává spousta otázek, především není jasná přesná etiologie. Dle Vybíhala (2011) lze NPH rozdělit do dvou typů: lze-li vyčíst z anamnézy předchozí inzult mozkové tkáně jako subarachnoideální krvácení, trauma, iktus či nádor, potom označujeme NPH jako sekundární. Pokud není žádný takový faktor znám, je označován NPH jako idiopatický. Obecně lze říci, že NPH nevykazuje žádné specifické změny v mozkovém parenchymu a příčina je mnohem komplexnější, spolupůsobí na ni více faktorů. Vzniká nejspíše u osob, u kterých během předchozího života byla kompenzována porucha likvorové cirkulace nebo zvýšená výtoková rezistence.

Mezi typické klinické příznaky NPH patří tzv. Hakimova triáda, do níž se řadí porucha chůze, demence a porucha sfinkterových funkcí. Kompletní trias ale bývá vyjádřena jen u necelé poloviny pacientů (Vybíhal, 2011). NPH může být doprovázen vertigem, cefaleou, psychickými příznaky (depresí, agresivitou, nepřátelstvím, psychózami), ale ty se objevují velmi vzácně (Hebb & Cusimano, 2002). Prvním příznakem, který pacienta donutí navštívit odborníka, bývá instabilita stoje a porucha chůze s tendencí k pádům (Bednařík et al., 2010).

Porucha chůze je hlavním a velmi důležitým příznakem NPH. Mezi prvními, kdo tento fakt zdůrazňoval, byli Ojeman a Fischer (Ojeman & Fischer, 1969). I když dříve byli diagnostikováni a léčeni pacienti pouze při přítomnosti klinické triády (Tsakanikas & Relkin, 2007), v současné době tento koncept již není všeobecně akceptován. Je doporučováno, aby NPH byl diagnostikován a léčen při přítomnosti pouze dvou hlavních symptomů (Relkin et al., 2005; Ishikawa et al., 2008) nebo stačí pouze přítomnost jednoho hlavního symptomu (Sphrecher et al., 2008, Tsakanikas & Relkin, 2007). S těmito názory se Vybíhal (2011) ztotožňuje a také to potvrzují výsledky jeho studie.

Diagnostika patří mezi velmi obtížnou kvůli příznakům připomínajícím lehkou demenci, Alzheimerovu nemoc, Parkinsonovu nemoc nebo „stárnutí“. U NPH je diagnóza stanovena na základě klinického vyšetření a nálezu na zobrazovacích metodách, mezi které patří výpočetní tomografie. Tato metoda je nezbytnou součástí předoperačního vyšetření, je prvním vyšetřením, které pacienti s podezřením na NPH absolvují (Černý, 2003).

K léčbě NPH se doktorům nabízí jediná efektivní léčba, a to zkratová operace, která je všeobecně akceptována (Vybíhal, 2011). Za nejvíce používanou metodu je dnes považována implantace ventrikuloperitoneálního shuntu. Nemá tolik komplikací jako ostatní metody a jejím velkým plusem je zejména krátkost operační doby a snadnější operační výkon. Ale má také řadu komplikací, mezi které patří stočení katetru v břišní dutině a lokální dráždění, vznik kýly v jizvě (Kala, 2005). Další operační alternativou je zavedení lumboperitoneální drenáže a ventrikuloatriálního shuntu, které mají určité kontraindikace, např. se nesmí ventrikuloatriální shunt zavádět u nemocných s vrozenými srdečními vadami a jinými vážnými kardiopulmonálními chorobami. Lze říci, že pacienti s shuntem nemusí podstupovat žádná speciální opatření. Musí ale dbát na to, aby se neudeřili do místa implantovaného shuntu, poněvadž by mohlo dojít k poškození ventilu, a musejí se vyvarovat působení silného magnetického pole.

Torsnes (2014) vydal studii, kde srovnává 430 studií o léčbě normotenzního hydrocefalu. Kde se v očekávání stala zkratová operace jako první volbou pro lékaře. V této studii až 90% článků popisovalo úspěšnost aplikování shuntu pacientům s onemocněním normotenzní hydrocefalus.

Obecně se klinické zlepšení po operaci NPH dostaví do 3 měsíců, kdy dochází ke zlepšení hlavních příznaků NPH (Larsson et al., 1992). Pooperační výsledky jsou méně příznivé, pokud se projevy nestability při chůzi objeví až po projevech demence (Bednařík et al., 2010). Čím déle zůstává NPH neléčený, tím je prognóza pacientů s NPH horší (Vybíhal, 2011).

Jedním z dílčích cílů naší práce bylo analyzovat změny v rámci frekvence a rychlosti chůze, délky, šířky a trvání kroku po provedené drenážní operaci pacientů. Při měření po zkratové operaci z námi vyhodnocených výsledků vyplynul statisticky významný rozdíl u frekvence kroku, délky kroku, trvání kroku a rychlosti kroku. U těchto popsanych parametrů došlo k významnému zlepšení - tedy zvýšení frekvence kroku, délky kroku, zkrácení doby kroku a zrychlení kroku. Co se týká šířky kroku, tak u ní nebyl nalezen statisticky významný rozdíl. Yang et al. (2016) podobně jako naše práce, porovnávali rychlost chůze, rovnost chůze, kadenci kroku a načasování kroku před a po operační léčbě u pacientů s diagnózou normotenzní hydrocefalus. Výsledky také ukazují na statisticky významné zlepšení těchto parametrů po 12 měsících od prodělané operace. Další možné studie, které by podrobněji analyzovaly časově-prostorové prvky chůze, nejsou bohužel v databázích k dohledání.

Druhým z dílčích cílů této práce bylo analyzovat změny úhlových rozsahů dolních končetin a pánve po provedené drenážní operaci pacientů. Statisticky významnou změnu úhlového rozsahu ( $p < 0,05$ ; velký efekt z pohledu věcné významnosti  $r > 0,5$ ) společně u tří naměřených rovin kloubu jsme našli u hlezenního, kolenního a kyčelního kloubu. Konkrétně v anteroposteriorním směru hlezenního kloubu došlo k významnému a věcnému zlepšení. V kolenním kloubu došlo nejen k statisticky významnému zvětšení pohybu mediolaterálního, ale také k věcné významnosti zvýšení rozsahu pohybu v anteroposteriorním i rotačním směru. V kyčelním kloubu došlo k statisticky a věcně významného zvětšení rozsahu pohybu v anteroposteriorním směru, v rotačním směru došlo k věcně významnému zlepšení rozsahu kloubu. U posledního segmentu pánve nebyl rozsah pohybu významně změněn. Bohužel jsme nenašli žádnou studii, která by se také zabývala zkoumáním těchto parametrů chůze. Dohledali jsme studie, které pouze hodnotí chůzi obecně.

Naneštěstí neexistuje mnoho studií, které by se zabývaly problémem chůze u onemocnění normotenzní hydrocefalus. Většina z mnoha studií pojednává o efektivitě léčby. Ale studie motoriky u tohoto onemocnění se objevuje v databázích velmi sporadicky. Jedna z mála studií pojednávající o problému motoriky pochází z Bostonské univerzity, kde jejich pracovníci Agostini et al. (2015) porovnávali dvě skupiny pacientů. Jedna podstoupila pouze tap test, následně podstoupila zkratovou operaci, a druhá skupina podstoupila zkratovou operaci – tedy zavedení shuntu bez tap testu. Výsledky ukázaly, že zlepšení motoriky bylo rychlejší u skupiny pacientů s tap testem. Další studie, jež probíhala dvacet čtyři měsíců, vydali Liu et al. (2016). Rozdělili pacienty do tří skupin – poruchy motoriky, poruchy kognitivní a problémy s inkontinencí. Nás zajímala první skupina. Chůze se zlepšila po zkratové operaci VA shuntem u 66% pacientů z 58 celkových.

Naše práce si kladla za úkol odpovědět na několik dílčích otázek a úkolů. Hlavní z nich bylo analyzovat kinematické parametry chůze a časově-prostorové parametry chůze před a po provedené drenážní operaci pacientů s diagnózou normotenzní hydrocefalus. Naše výsledky ukazují na prospěšnost a zlepšení časově-prostorových parametrů chůze i zvýšení rozsahu pohybu u tří ze čtyř hodnocených kloubů dolních končetin a pánve.

Výsledky studie mohou být ovlivněny několika faktory, mezi které patří to, že zastoupení obou pohlaví nebylo stejné. Zejména počet probandů v experimentální skupině považujeme za limitu. Někteří pacienti nepodstoupili kvůli úmrtí či jiným důvodům kontrolní vyšetření. U pacientů s diagnózou normotenzní hydrocefalus je vysoké procento sdružených

nemocí, proto se stává, že se pacient nedožije kontrolního vyšetření z důvodu onemocnění jiného lidského systému.



## 8 ZÁVĚR

Tato diplomová práce ukázala pozitivní vliv drenážní operace u pacientů s diagnózou normotenzní hydrocefalus. Studie hodnotila motorický projev pacientů, konkrétně chůzi, jež bývá omezena a toto omezení je hlavním příznakem NPH. Měření chůze se zúčastnilo 9 osob s diagnózou normotenzní hydrocefalus, avšak u třech osob nebylo možné provést kontrolní po operaci pro posouzení efektu operačního zákroku. Po provedené drenážní operaci u výzkumné skupiny bylo zjištěno na základě analýzy chůze signifikantní zlepšení rozsahu kloubu dolních končetin a pánve. Po operační léčbě došlo u výzkumné skupiny k signifikantnímu zlepšení časově-prostorových parametrů. Z výsledků naší studie vyplývá, že operativní léčba má signifikantní vliv na motoriku pacientů s diagnózou normotenzní hydrocefalus. Bylo by však vhodné doplnit další studie, které by se zabývaly účinností operativní léčby na motoriku pacienta.

## 9 SOUHRN

Diplomová práce se zabývala problematikou chůze před a po provedené drenážní operaci u pacientů s diagnózou normotenzní hydrocefalus. Toto onemocnění se vyskytuje u osob staršího věku, projevuje se typickou klinickou triádou zahrnující nestabilitu při chůzi, demenci a močovou inkontinenci při normálním nitrolebečním tlaku.

V teoretické části obsahuje základní informace o nemoci, jejich příznacích a léčbě. Předpokladem pro optimální léčbu je správná diagnostika dle zobrazovacích metod a infuzních testů, podle kterých se rozhodne o zvolení správného typu shuntu. Dále následuje rehabilitace a návrat ztracené motoriky. Do souhrnu poznatků byla zahrnuta také informace o možnostech hodnocení. Je zde podrobně popsán krokový cyklus a aktivace svalů během chůze, časoprostorové parametry chůze.

Motorické poruchy pacientů byly zkoumány analýzou chůze před a po drenážní operaci. Pro potřeby 3D kinematické analýzy byl k posuzování parametrů chůze využit systém Vicon MX a pro dopočítání časově-prostorových parametrů také silové plošiny Kistler.

Pacienti byli z Fakultní nemocnice Brno, muži i ženy. Našeho měření chůze se zúčastnilo 9 osob s diagnózou normotenzní hydrocefalus, avšak u třech osob nebylo možné provést kontrolní měření 4 až 5 měsíců po operaci pro posouzení efektu operačního zákroku. Výzkumný soubor tedy tvořilo 6 osob (4 muži a 2 ženy, věk  $67,2 \pm 5,7$  let, výška  $171,8 \pm 14,4$  cm, hmotnost  $91,5 \pm 21,3$  kg). Kontrolní měření po operaci proběhlo  $4,6 \pm 0,8$  měsíců po operaci.

Cílem diplomové práce bylo zhodnotit chůzi pacientů s diagnózou normotenzní hydrocefalus - před a po provedené drenážní operaci. Výsledky byly porovnávány pomocí statistické i věcné významnosti. Bylo zjištěno, že z časově-prostorových parametrů se signifikantně zlepšila frekvence kroku, délka kroku, trvání kroku a rychlost chůze. Co se týče úhlových parametrů dolních končetin a pánve, došlo k významnému zvětšení rozsahu pohybu zejména v oblasti hlezenního, kolenního a kyčelního kloubu.

## 10 SUMMARY

The diploma thesis addressed the issue of gait before and after drainage surgery in patients with the diagnosis of normotensive hydrocephalus. This disease is associated with persons of older age, manifesting itself with a typical clinical triad comprising of instability when walking, dementia and urinary incontinence with normal intracranial pressure.

The theoretical segment contains basic information about the disease, its symptoms and surgical treatment in some detail. A prerequisite of optimal treatment is a correct diagnosis in accordance with imaging methods and infusion tests, which determine the decision of a selection of the correct type of shunt. The next item is the rehabilitation and return of lost motor skills. The section following addresses the main issue of this diploma thesis and that is gait. Here is described in great detail the stepping cycle and activation of muscles during walking, spatio-temporal gait parameters.

Motor disorders in patients were examined by analysis of gait before and after the drainage operation. The Vicon MX system was used for the purposes of 3D kinematic analysis and the assessment of the walking parameters; and piezoelectric strength platform by Kistler for the calculation of time-spatial parameters.

The patients were from the University Hospital Brno, both men and women. 9 subjects took part in our measurement of gait, all with the diagnosis of normotensive hydrocephalus, but in respect of three persons it has not been possible to perform the control measurements 4 to 5 months after surgery for the assessment of the effect of the surgical operation. The researched group was therefore comprised of 6 subjects (4 men and 2 women, age  $67.2 \pm 5.7$  years, height  $171,8 \pm 14,4$  cm, weight  $91.5 \pm 21.3$  kg).

The aim of the diploma thesis was to evaluate the motor skills - gait in patients diagnosed with normotensive hydrocephalus before and after the drainage operation. The results were compared by means of a level of statistical significance and factual significance. It was found that from the point of time-spatial parameters the frequency of the step was improved significantly, as well as the length, duration of the step and the walking speed. As regards the angle parameters of the lower extremities and pelvis, there has been a statistical improvement in the area of the knee and hip joint.

## 11 REFERENČNÍ SEZNAM

- Agostini, V., Lanotte, M., Carlone, M., Campagnoli, M., Azzolin, I., Scarafia, R., Massazza, G., Knaflitz, M. (2015). Instrumented gait analysis for an objective pre-/postassessment of tap test in normal pressure hydrocephalus. *Archives Of Physical Medicine And Rehabilitation*, 96 (7), 1235-41.
- Anonymous (2016). *Neurochirurgická klinika*. Retrieved 18. 5. 2016 from the World Wide Web: <http://www.neurosurg.cz/cs>.
- Anonymous (2016). *Normotenzní hydrocefalus*. Retrieved 19. 4. 2016 from the World Wide Web: <http://www.nph.cz>.
- Ambler, Z. (1999). *Neurologie pro studenty všeobecného lékařství*. Praha: Nakladatelství Karolinum.
- Ambler, Z. (2006). *Základy neurologie*. Praha: Galén - Karolinum.
- Bednařík, J., Ambler, Z., Růžička, E. a kol. (2010). *Klinická neurologie: část speciální. I*. Praha: Triton.
- Bech, R. A., Juhler, M., Waldemar, G., et al. (1997). Corelation between frontal brain and leptomeningeal biopsy specimen to CSF outflow resistance and B-wave activity in patients suspected of normal pressure hydrocephalus. *Neurosurgery*, 40, 497-502.
- Bech-Azeddine, R., Waldemar, G., Knudsen, G. M. et al. (2001). Idiopathic normal-pressure hydrocephalus: evaluation and findings in a multidisciplinary memory clinic. *European Journal of Neurology*, 8(6), 601-611.
- Bergsneider, M., Black, P. M., Klinge, P., Marmarou, A., & Relkin, N. (2005). Surgical management of idiopathic normal-pressure hydrocephalus. *Neurosurgery*, 57, 29-39.
- Boon, A. J. W., Tans, J. T. J., Delwel, E. J. et al. (1997). Dutch normal-pressure hydrocephalus study: prediction of outcome after shunting by resistance of outflow of cerebrospinal fluid, *J Neurosurg*, 87, 687-693.
- Brean, A., Fredø, H. L., Müller, T., Sundstrøm, T., & Eide, P. K. (2009). Five-year incidence of Sumery for idiopathic normal pressure hydrocephalus in Norway. *Acta Neurol Scand*, 120(5), 314-316.

- Černý, I. (2003). Normotensní hydrocefalus. *Neurologie pro praxi*, 2, 83-84.
- Čihák, R. (2004). *Anatomie 3*. Praha: Grada Publishing.
- Dungl, P., Kolman, J., Koutný, Z., Vaculík, J., Matějčík, M., Kubeš, R., Závitkovský, P., Chomiak, J., Ehler, E, Matějovský, Z., Malkus, T., Tóth, L., Frydrychová, M., Kofránek, I., Kubeš, R., & Podškubka, A. (2005). *Ortopedie*. Praha: Grada.
- Evans, W. A. (1942). An encephalographic ratio for estimating ventricular enlargement and cerebral atrophy. *Arch Neurol Psychiatry*, 47(6), 931-937.
- Fabiánová, M. (2013). *Porucha motoriky u osob s diagnózou hydrocefalus*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. Fakulta tělesné kultury.
- Feigin, V. (2007). *Cévní mozkové příhody, prevence a léčba mozkového iktu*. Praha: Galén.
- Folstein, M., Folstein, S., & Hugh, P. (1975). Mini-Mental State: A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *J of Psychiatric Research*, 12, 189-198.
- Friedland, R. P. (1989). „Normal“ pressure hydrocephalus and the saga of the treatable dementias. *JAMA*, 262(18), 2577-2581.
- Fukuhara, T., & Luciano, M. G. (2001). Clinical features of late – onset idiopathic aqueductal stenosis. *Surgical Neurology*, 55(3), 132-137.
- Gjerris, F., Børjesen, S. E., & Bech – Azeddine, R. (2002). Comment. *Neurosurgery*, 50, 771-772.
- Hadač, J. (2000). *Ultrazvukové vyšetření mozku přes velkou fontanelu*. Praha: Triton.
- Hebb, A. O, & Cusimano, M. D. (2001). Idiopathic normal pressure hydrocephalus: a systematic review of diagnosis and outcome. *Neurosurgery*, 49(5), 1166-1186.
- Helcl, F. (1998). Historie poznatků o hydrocefalu. *Čs Pediat*, 53, 361-363.
- Haladová, E., Holubařová, J., Matějková, M., Musílková, M., Nováková, H., Typltová, M., & Vávrová, M. (2007). *Léčebná tělesná výchova (3. Vyd.)* Brno: Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů.

- Holubařová, J., & Pavlů, D. (2007). *Proprioceptivní neuromuskulární facilitace, 1. část*. Praha: Karolinum.
- Janda, V., & Vávrová, M. (1992). Senzomotorická stimulace. *Rehabilitácia, 1992(3)*, 14-34.
- Kaňovský, P., Herzig, R. a kol. (2007). *Obecná neurologie*. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Kaňovský, P., Herzig, R. a kol. (2007). *Speciální neurologie*. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Kala, M. (2005). *Hydrocephalus*. Praha: Galén.
- Káš, S. (1997). *Neurologie v běžné lékařské praxi*. Praha: Grada Publishing.
- Kirtley, Ch. (2006). *Clinical gait analysis*. New York: Elsevier.
- Keifer, M., Eymann, R., & Steudel, W. I. (2006). Outcome predictors for normal-pressure hydrocephalus. *Acta Neurochir Suppl., 96*, 364-367.
- Klusoňová, E., & Pitnerová, J. (2005). *Rehabilitační ošetřování pacientů s těžkými poruchami hybnosti (2. vyd.)* Brno: Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů.
- Kolář, P. (2011). *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén.
- Králíček, P. (2002). *Úvod do speciální neurofyzologie (2. vyd.)*. Praha: Karolinum.
- Larsson, A., Jensen, Ch., Bilting, M., et al. (1992). Does the shunt mening pressure influence the effect of shunt surgery in normal pressure hydrocephalus? *Acta Neurochir, 117*, 15-22.
- Lesný, I. a kol. (1980). *Dětská neurologie*. Praha: Avicenum.
- Lippertová-Grünerová, M., Pfeiffer, J., & Švestková, O. (2005). *Neurorehabilitace*. Praha: Galén.
- Liu, A., Sankey, E.W., Jusué-torres, I., Patel, M.A., Elder, B.D., Goodwin, C.R., Hoffberger, J., Lu, J., Rigamonti, D. (2016). Clinical outcomes after ventriculoatrial shunting for idiopathic normal pressure hydrocephalus. *Clinical Neurology and Neurosurgery, 143*, 34-38.

- Marmarou, A., Bergsneider, M., Klinge, P., Relkin, N., & Black, P. M. (2005) The value of supplemental prognostic tests for the preoperative assessment of idiopathic normal-pressure hydrocephalus. *Neurosurgery*, 54 (3), 17-28.
- Meier, U., Miethke, C. (2003). Predictors of outcome in patients with normal-pressure hydrocephalus. *J Clin Neurosci*, 10 (4), 453-459.
- Mori, K. (2001). Management of idiopathic normal-pressure hydrocephalus: a multiinstitutional study conducted in Japan. *J Neurosurg*, 95, 970–973.
- Murshid, W. R. (2002). Ventricular failure as a cause of unsuccessful endoscopic third ventriculostomy. *Minim Invasive Neurosurg*, 45, 65-71.
- Nakaguchi, H. & Miyamoto, M. (2001). Obstructive hydrocephalus caused by intraventricular collapse of malacotic brain: Case report. *Journal of Neurosurgery*, 95(1), 119-121.
- Nelson, J. R., & Goodman, S. J. (1971). An evaluation of the cerebrospinal fluid infusion test for hydrocephalus. *Neurosurgery*, 21, 1037-1053.
- Pavlů, D. (1999). Přístupy speciálních fyzioterapeutických konceptů k ovlivňování spasticity. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 1999(4), 138-141.
- Pavlů, D. (2003). *Speciální fyzioterapeutické koncepty a metody I., koncepty a metody spočívající převážně na neurofyziologické bázi (2. vyd.)* Brno: Akademické nakladatelství CERM.
- Peña, A., Bolton, M. D, Whitehouse, H. et al. (1999). Effects of brain ventricular shape on periventricular biomechanics: a finite – element analysis. *Neurosurgery*, 45(1), 107-118.
- Perry, J., & Burnfield, J. (2010). *Gait analysis: normal and pathological gait (2nd ed.)*. Thorofare: Slack.
- Pfeiffer, J. (2007). *Neurologie v rehabilitaci pro studium a praxi*. Praha: Grada Publishing.
- Relkin, N., Marmarou, A., Klinge, P., Bergsneider, M., & Black, P. M. (2005). Diagnosing idiopathic normal-pressure hydrocephalus. *Neurosurgery*, 57, 4-16.
- Rose, J., Gamble, JG. (2006). *Human walking (3rd ed.)*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.

- Chaloupka, R., Roubalová, J., Nýdrle, M., Krbec, M., Kříž, V., & Jančíková, V. (2001). *Vybrané kapitoly z LTV v ortopedii a traumatologii*. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví.
- Samii, M., & Matthies, C. (2001). Comment. *Neurosurgery*, 48, 1253-1254.
- Svoboda, Z. (2008). *Biomechanická analýza chůze s různými typy protetických chodidel u osob s transtibiální amputací (disertační práce)*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, Fakulta tělesné kultury.
- Svoboda, Z., & Janura, M. (2010). Využití 3-D kinematické analýzy chůze pro potřeby rehabilitace – systém Vicon MX. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 2010(1), 26-31.
- Šroubek, J. (2011). Normotenzní hydrocefalus – diagnostika je obtížná, léčba snažší. *Nemocniční speciál*, 6(5), 1-2.
- Tichý, J. *Nitrolebeční homeostáza, poruchy cirkulace mozkomíšního moku*. In Nevšimalová, S. et al. (2002). *Neurologie*. Praha: Galén-Karolinum.
- Torsnes, L. (2014). Treatment and clinical outcome in patients with idiopathic normal pressure hydrocephalus--a systematic review. *Danish Medical Journal*, 61 (10), 4911.
- Trew, M., & Everett, T. (1997). *Human movement*. New York: Churchill Livingstone.
- Uhlíř, P. (2008). *Pohybová cvičení seniorů*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Vanneste, J., Augustijn, P., Dirven, C. et al. (1992). Shunting normal-pressure hydrocephalus: do the benefits outweigh the risks? A multicenter study and literature review. *Neurology*, 42, 54-59.
- Vanneste, J., & Hyman, R. (1986). Non-tumoural aqueduct stenosis and normal pressure hydrocephalus in the elderly. *J Neurol Neurosurg Psychiatr*, 49(5), 529-535.
- Vařeka, I., & Dvořák, R. (1999). Těžiště a ontogeneze lidské motoriky. In Hanelová, Z. & Válková, H. (1999). *Pohyb a zdraví: mezinárodní konference organizovaná Fakultou tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci*. Olomouc: Univerzita Palackého, Fakulta tělesné kultury.
- Vařeka, I., & Vařeková, R. (2009). *Kineziologie nohy*. Olomouc: Vydavatelství UP.



- Vaughan, C. L., Davis, B. L., & O'Connor, J. C. (1992). *Dynamics of human gait*. Champaign, IL: Human kinetics.
- Véle, F. (2006). *Přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*. Praha: Triton.
- Vybíhal, V. (2011). Normotenzní hydrocefalus. *Neurologia pre prax*, 12(6), 396-402.
- Vybíhal, V. (2012). *Selekce pacientů k implantaci shuntu u normotenzního hydrocefalu (disertační práce)*. Brno: Masarykova Univerzita.
- Vybíhal, V. (2013). *Ústní sdělení*. Brno: Neurochirurgická klinika, Fakultní nemocnice Brno.
- Wanifuchi, H., Shimizu, T. & Maruyama, T. (2002). Age- related changes in the proportion of intracranial cerebrospinal fluid space measure using volumetric computerized tomography scanning. *J Neurosurg*, 97, 607-610.
- Whittle, W. M. (2007). *Gait analysis an introduction (4th ed.)*. Edinburgh: Elsevier Butterworth – Heinemann.
- Yang, F., Hickman, T., Tini, M., Iracheta, Ch., Chen, G., Flynn, P., Shuman, M., Johnson, T.A., Rice, R.R., Rice, I.M., Wiemann, R. & Johnson, M.D. (2016). Clinical Study: Quantitative evaluation of changes in gait after extended cerebrospinal fluid drainage for normal pressure hydrocefalus. *Journal of Clinical Neuroscience*, 28:31-37.
- Zeman, M. et al. (2006). *Speciální chirurgie (2. vyd.)*. Praha: Galén.