

**UNIVERZITA KOMENSKÉHO BRATISLAVA**  
**JESSENIOVA LEKÁRSKA FAKULTA MARTIN**

Doc. MUDr. Branislav Kolarovszki, PhD.

**VYBRANÉ KAPITOLY Z DETSKEJ NEUROCHIRURGIE I**

**VYSOKOŠKOLSKÁ UČEBNICA**

2020

**Autor:**

Doc. MUDr. Branislav Kolarovszki, PhD.

Neurochirurgická klinika

Univerzita Komenského v Bratislave

Jesseniova lekárska fakulta v Martine

Univerzitná nemocnica Martin

**Recenzenti:**

Doc. MUDr. Miroslav Gajdoš, CSc.

Prof. MUDr. Mirko Zibolen, CSc.

Obsah vzdelávacieho materiálu neprešiel špecializovanou terminologickou, jazykovou, gramatickou a štylistickou korektúrou. Za uvedené stránky vzdelávacieho materiálu zodpovedá autor.

Všetky práva vyhradené. Publikácia ani žiadna jej časť sa nesmie reprodukovať, ukladať do informačných systémov alebo iným spôsobom rozširovať (fotografickou reprodukciou, elektronicky) bez predchádzajúceho písomného súhlasu autora.

© Doc. MUDr. Branislav Kolarovszki, PhD., 2020

Vydal: Jesseniova lekárska fakulta v Martine

Martin 2020

ISBN 978-80-8187-081-1

## OBSAH

<b>ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK</b>	5
<b>PREDHOVOR</b>	7
<b>1. DETSKÝ HYDROCEFALUS</b>	8
1.1 Definícia	8
1.2 Klasifikácia	8
1.3 Etiológia	11
1.4 Patofyziológia	13
1.5 Klinický obraz	15
1.6 Diagnostika	20
1.7 Operačná liečba	27
<b>2. KRANIOSYNOSTÓZY</b>	38
2.1 Definícia	38
2.2 Klasifikácia	38
2.3 Diagnostika	40
2.4 Liečba	42
<b>3. POLOHOVÉ DEFORMITY HLAVY U DETÍ</b>	46
3.1 Etiológia	46
3.2 Klasifikácia	46
3.3 Diagnostika	47
3.4 Liečba	48
<b>4. PÔRODNÁ TRAUMA NERVOVÉHO SYSTÉMU A HLAVY U NOVORODENCOV</b>	53
4.1 Základná charakteristika	53
4.2 Etiológia	54
4.3 Rozdelenie pôrodnej traumy novorodencov	54
4.4 Klinický obraz	55
4.5 Diagnostika	55
4.6 Poranenia mäkkých pokrývok a tvaru hlavy	56
4.7 Poranenia lebky	58
4.8 Intrakraniálne poranenia	61

4.8.1 Intrakraniálne krvácania	61
4.8.2 Hemoragicko-kontúzne ložiská mozgu	65
4.8.3 Venózna trombóza mozgových žíl	66
4.9 Poranenia hlavových nervov	66
4.10 Poranenia periférnych nervov	67
4.10.1 Poranenie plexus brachialis	68
4.10.2 Poranenie nervus phrenicus	70
4.10.3 Poranenie ostatných periférnych nervov	71
4.11 Poranenia miechy	71
<b>5. INTRAKRANIÁLNE ARACHNOIDÁLNE CYSTY</b>	76
5.1 Definícia	76
5.2 Etiológia	76
5.3 Klasifikácia	78
5.4 Klinický obraz	79
5.5 Diagnostika	80
5.6 Liečba	82
5.7 Komplikácie	86

## ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK

3D	trojrozmerný, trojdimenzionálny
ACA	predná mozgová tepna, arteria cerebri anterior
angl.	anglicky
AP	predozadný rozmer (anteroposteriórny rozmer)
Ca <sup>2+</sup>	vápnikový kation
CI	kraniálny index (angl. cranial index)
cm	centimeter
CNS	centrálny nervový systém
CT	počítačová tomografia (angl. computed tomography)
Dg	diagonála, uhlopriečka
DNA	deoxyribonukleová kyselina
EMG	elektromyografia
EVD	vonkajšia komorová drenáž (angl. external ventricular drainage)
g	gram
H <sub>2</sub> O	voda
ICP	intrakraniálny tlak (angl. intracranial pressure)
JLF UK	Jesseniova lekárska fakulta v Martine, Univerzita Komenského v Bratislave
KI dx.	komorový index pravej bočnej mozgovej komory
KI sin.	komorový index ľavej bočnej mozgovej komory
ML	bočný rozmer
mm	milimeter
MMC	myelomeningokéla
MR	nukleárna magnetická rezonancia
n	nervus
NTDs	neural tube defects, defekty neurálnej trubice (angl. neural tube defects)
obr.	obrázok
PI	index pulzatility (Gösslingov index)
PO	parietookcipitálne
RI	index rezistencie (Pourcelotov index)
RTG	röntgen

s.r.o.	spoločnosť s ručením obmedzeným
SIDS	syndróm náhleho úmrtia dojčiat (angl. sudden infant death syndrome)
ŠK dx.	šírka pravej bočnej mozgovej komory
ŠK sin.	šírka ľavej bočnej mozgovej komory
tab.	tabuľka
TC	transcerebrálny rozmer
UNM	Univerzitná nemocnica Martin
USG	ultrasonografia
VA shunt	ventrikuloatriová drenáž, ventrikuloatriový zkrat
Ved	rýchlosť toku krvi na konci diastoly, end-diastolická rýchlosť toku krvi
VP shunt	ventrikuloperitoneálna drenáž, ventrikuloperitoneálny zkrat
Vsyst	maximálna rýchlosť toku krvi počas systoly

## PREDHOVOR

Predkladaná učebnica sa zaoberá problematikou detskej neurochirurgie, ktorá má, v porovnaní s neurochirurgiou dospelých, svoje špecifiká. Čitateľovi ponúka k štúdiu vybrané témy z detskej neurochirurgie. Zaoberá sa detským hydrocefalom, kraniosynostózami, polohovými deformitami hlavy, pôrodnou traumou novorodenca, kaudálnymi defektami neurálnej trubice a intrakraniálnymi arachnoidálnymi cystami.

Rozdelenie textu do jednotlivých kapitol ponúka čitateľovi možnosť zamerať sa na informácie, ktoré sú pre neho aktuálne potrebné. Text je doplnený množstvom tabuliek, obrázkov a schém. Cieľom učebného textu je poskytnúť študentom pregraduálneho štúdia všeobecného lekárstva a študentom postgraduálneho štúdia nové poznatky v detskej neurochirurgii, ktoré sa uplatňujú v klinickej praxi.

V rámci detskej neurochirurgie je kľúčová medziodborová spolupráca. Predkladaná publikácia je preto určená nielen študentom pregraduálneho štúdia všeobecného lekárstva, ale aj študentom špecializačného štúdia medicíny viacerých odborov – hlavne neurochirurgie, detskej chirurgie, pediatrie, neonatológie a neurológie.

Ak v predloženom učebnom texte nájdú čitatelia potrebné informácie, ktoré využijú v rámci svojho štúdia a následne aj priamo v klinickej praxi, predkladaná publikácia splní svoj účel. Či tomu tak naozaj bude, môžu posúdiť iba čitatelia, študenti, lekári a rodičia detí, ktoré si vyžadujú neurochirurgickú starostlivosť. Prosím čitateľov publikácie, aby svoje pripomienky, návrhy a názory poslali na mailovú adresu [branslav.kolarovszki@uniba.sk](mailto:branslav.kolarovszki@uniba.sk)

*Dieťa nie je malý dospelý človek – dieťa je dieťa.*

V Martine, máj 2020

Doc. MUDr. Branislav Kolarovszki, PhD.

# 1. DETSKÝ HYDROCEFALUS

## 1.1 Definícia

Detský hydrocefalus predstavuje patologický stav, pri ktorom sa vo vnútrolebkovom priestore nadmerne hromadí mozgomiechový mok. Príčinou je porucha tvorby, toku alebo vstrebávania mozgomiechového moku. Následne vzniká dilatácia mozgových komôr, ktorá je v prípade aktívneho hydrocefalu spojená so zvýšeným vnútrolebkovým tlakom. Väčšinou predstavuje detský hydrocefalus **hydrodynamickú poruchu mozgomiechového moku**. Výnimkou je *hydrocefalus ex vacuo*, keď je priestor vzniknutý v dôsledku atrofie hmoty mozgového tkaniva pasívne vyplnený likvorom.

Prevalencia detského hydrocefalu predstavuje 1–1,5 %, incidencia kongenitálneho hydrocefalu je 0,2–3,5 prípadov na 1000 pôrodov. Výskyt novorodeneckého hydrocefalu sa znižuje pre klesajúci výskyt vrodených anomálií mozgu a miechy spojených s hydrocefalom a pre zlepšenie perinatálnej diagnostiky a postnatálnej intenzívnej starostlivosti.

## 1.2 Klasifikácia

Klasifikácia hydrocefalu je znázornená v tabuľke č. 1. Hydrocefalus môžeme rozdeliť na 2 základné funkčné typy:

### 1. **Obštrukčný (nekomunikujúci) hydrocefalus**

- porucha toku mozgomiechového moku proximálne od villi arachnoidales Pacchioni
- dilatácia mozgových komôr proximálne od bloku toku mozgomiechového moku
- lokalizácia obštrukcie - intraventriculárna (interný hydrocefalus) alebo extraventriculárna (externý hydrocefalus)

### 2. **Komunikujúci (neobštrukčný) hydrocefalus**

- príčinou je zvýšená produkcia mozgomiechového moku, zníženie vstrebávania likvoru (najčastejšie) alebo nedostatočnosť žilovej drenáže



Rozdelenie hydrocefalu podľa etiopatogenézy:

**1. hyperprodukčný hydrocefalus**

- nadmerná produkcia mozgomiechového moku (pri zriedkavom papilóme plexus chorioideus)

**2. obštrukčný hydrocefalus**

- prítomná obštrukcia likvorových ciest

**3. hyporesorpčný hydrocefalus**

- porucha vstrebávania mozgomiechového moku

Z časového hľadiska môžeme hydrocefalus rozdeliť na:

**1. akútny** (dni)

**2. subakútny** (týždne)

**3. chronický** (mesiace, roky)

Hydrocefalus môžeme rozdeliť na:

**1. kongenitálny (vrodený) hydrocefalus**

**a) dedičný, hereditárny**

- napríklad X-chromozóm viazaný recesívne dedičný hydrocefalus

**b) získaný - počas vnútromaternicového vývinu**

- často sa označuje ako *idiopatický* vzhľadom k tomu, že nie je možné jednoznačne určiť príčinu. Vo väčšine prípadov sa predpokladá prekonanie intrauterinnej infekcie.

**2. získaný hydrocefalus**

- hydrocefalus získaný po pôrode alebo počas postnatálneho vývinu

**Hydrancephalus**– úplná alebo takmer úplná neprítomnosť mozgového tkaniva. Prítomnosť malých zhlukov mozgového tkaniva ešte korešponduje s touto diagnózou. Kalva a mozgové obaly sú intaktné, intrakraniálny priestor je vyplnený mocom. Najčastejšou príčinou je obojstranná hypoperfúzia v oblasti arteria carotis interna, čo vedie k neprítomnosti mozgového tkaniva v oblasti zásobovanej prednou a strednou mozgovou tepnou, s prítomným mozgovým tkanivom v oblasti zásobovanej zadnou mozgovou tepnou. Medzi ďalšie príčiny hydrancefalu patrí kongenitálny alebo neonatálny herpes a toxoplazmóza. Progresívna dilatácia mozgových komôr môže imitovať „maximálny“ hydrocefalus.

Je dôležité odlíšiť tieto 2 typy hydrocefalu, pretože v prípade „maximálneho“ hydrocefalu môžeme po drenážnej operácii očakávať reexpanziu mozgovej hmoty.

**Tabuľka č. 1:** Klasifikácia hydrocefalu

<b>FUNKČNÁ KLASIFIKÁCIA</b>	obštrukčný (nekomunikujúci) hydrocefalus
	komunikujúci (neobštrukčný) hydrocefalus
<b>ROZDELENIE HYDROCEFALU PODĽA ETIOPATOGENÉZY</b>	hyperprodukčný
	obštrukčný
	hyporesorpčný
<b>ROZDELENIE HYDROCEFALU Z ČASOVÉHO HĽADISKA</b>	akútny (dni)
	subakútny (týždne)
	chronický (mesiace, roky)
<b>ROZDELENIE HYDROCEFALU PODĽA HODNOTY ICP</b>	hypertenzný
	normotenzný
<b>ROZDELENIE PODĽA ČASU VZNIKU HYDROCEFALU</b>	kongenitálny - dedičný (hereditárny)
	- získaný intrauterinne
	získaný po pôrode (postnatálny)

**Externý hydrocefalus** – rozšírenie subarachnoidálnych priestorov na konvexitách mozgových hemisfér a bazálnych cisterien je v detskom veku väčšinou sprevádzané abnormálnym zväčšením obvodu hlavy s normálnymi alebo mierne dilatovanými mozgovými komorami. Externý hydrocefalus je nutné odlíšiť od symptomatických chronických extraaxiálnych likvorových kolekcií. Niekedy sa stotožňuje s benígnymi subdurálnymi (extraaxiálnymi) kolekciami v detstve a môže byť variantom komunikujúceho hydrocefalu. Príčina nie je jednoznačne známa. Externý hydrocefalus býva prítomný po intraventrikulárnom krvácaní alebo obštrukcii hornej dutej žily.

**„Arrested hydrocephalus“** – doteraz nie je všeobecne akceptovateľná presná definícia tohto pojmu. Niektorí autori používajú termín *kompensovaný hydrocefalus*. Väčšina autorov používa tento termín na označenie stavu, keď nie je prítomná progresia dilatácie mozgových komôr a nie sú prítomné negatívne následky hydrocefalu. Kritériá pre „arrested hydrocephalus“ v prípade neprítomnosti drenážneho systému sú nasledovné:

1. takmer normálna veľkosť mozgových komôr
2. normálna rastová krivka obvodu hlavičky
3. pokračujúci psychomotorický vývin

Stabilizácia veľkosti mozgových komôr je daná využitím alternatívnych ciest vstrebávania mozgomiechového moku. Krehký stacionárny stav môže byť narušený mnohými faktormi (horúčka, infekcia, ľahký úraz mozgu), čo vedie k náhlejšej dekompenzácii hydrocefalu so vzostupom intrakraniálneho tlaku a nutnosťou drenážneho výkonu.

**Izolovaná IV. mozgová komora** – IV. mozgová komora nekomunikuje s III. mozgovou komorou cez aqueductus Sylvii ani s bazálnymi cisternami cez foramina Luschkae et Magendie. Vyskytuje sa v prípadoch hydrocefalu s chronicky zavedeným drenážnym systémom v bočnej mozgovej komore, obzvlášť v prípadoch postinfekčného hydrocefalu (najmä fungálneho) alebo v prípadoch opakovaných shuntových infekcií. Plexus chorioideus v IV. mozgovej komore pokračuje v tvorbe mozgomiechového moku, čo vedie k dilatácii a zvýšeniu tlaku v komore.

### 1.3 Etiológia

Etiológia detského hydrocefalu je heterogénna, pričom u jedného pacienta sa na vzniku a priebehu hydrocefalu môže spolupodieľať niekoľko etiologických faktorov (tab. 2). Príčinou hydrocefalu môže byť:

1. zvýšenie tvorby mozgomiechového moku
2. porucha toku mozgomiechového moku likvorovými cestami
3. znížené vstrebávanie mozgomiechového moku.

**Postinfekčný hydrocefalus** – najčastejšou príčinou je purulentná ventrikulitída, meningitída alebo meningoencefalitída. Často sa vyskytuje obštrukcia bazálnych cisterien a stredná dilatácia mozgových komôr, ktorá môže postupne spontánne ustúpiť, progredovať do hydrocefalu s nutnosťou drenáže, alebo sa vyvinie obraz hydrocephalus ex vacuo. Príčinou bazilárnej meningitídy môže byť tuberkulózná neuroinfekcia. Upchatie pórov Pacchionových granulácií bielkovinami pri neuroinfekcii môže viesť ku vzniku hyporesorpčného hydrocefalu. V krajinách Ázie sa ako príčina postinfekčného hydrocefalu vyskytuje neurocysticerkóza.

**Posthemoragický hydrocefalus** – patrí medzi najčastejšie príčiny hydrocefalu. Može sa vyskytnúť v dôsledku subarachnoidálneho krvácania alebo krvácania intraventrikulárneho. Príčinou vzniku hydrocefalu je obštrukcia likvorových ciest krvnými koagulami alebo znížené

vstrebávanie likvoru v oblasti Pacchionových granulácií v dôsledku ich upchatia erytrocytmi a rozpadovými produktami pri erytrocytolýze. U predčasne narodených novorodencov s hmotnosťou menej ako 1500 g sa v 50–60 % vyvinie krvácanie do oblasti germinálnejmatrix alebo intraventrikulárne krvácanie. Po intraventrikulárnom krvácaní sa hydrocefalus môže vyvinúť prechodne, u 20–50 % novorodencov s výrazným vnútrokomorovým krvácaním sa vyvinie trvalý hydrocefalus závislý na drenážnom systéme.

**Tabuľka č. 2:** Etiológia hydrocefalu

<b>KONGENITÁLNY HYDROCEFALUS</b>	Idiopatický kongenitálny hydrocefalus
	Kongenitálna stenóza aqueductus Sylvii
	chromozóm X viazaný hydrocefalus
	Dandy-Walkerov syndróm
	Arnold-Chiariho malformácia
	postinfekčný (intrauterinná infekcia)
	posthemoragický (intrauterinné krvácanie do germinálnejmatrix)
	kaudálne defekty medulárnej rúry
<b>ZÍSKANÝ POSTNATÁLNY HYDROCEFALUS</b>	postinfekčný hydrocefalus
	posthemoragický hydrocefalus
	expanzívne intrakraniálne procesy
	pooperačný hydrocefalus
	poúrazový hydrocefalus
	hydrocefalus v súvislosti so spinálnymi nádormi
	aneuryzma vena Galeni
	trombóza žilových splavov mozgu
	achondroplázia, kraniostenóza
	hypervitaminóza A
	konštitučná ventrikulomegália

## 1.4 Patofyziológia

Mechanizmus dilatácie mozgových komôr pri rozvoji hydrocefalu ešte nie je úplne objasnený. Avšak rozšírenie mozgových komôr nemôžeme jednoducho považovať len za jednoduchý dôsledok nadmerného hromadenia likvoru v dôsledku nerovnováhy medzi tvorbou a vstrebávaním mozgomiechového moku. Mechanizmus dilatácie mozgových komôr je komplexný a v rôznych štádiách rozvoja hydrocefalu zohrávajú významnú úlohu rôzne faktory.

Faktory, ktoré umožňujú vznik a progresiu dilatácie mozgových komôr pri hydrocefale sú nasledovné:

1. útlak cievneho systému, ktorý je stlačiteľný
2. redistribúcia mozgomiechového moku a extracelulárnej tekutiny v CNS
3. zmeny biomechanických vlastností mozgu (zvýšená poddajnosť mozgového tkaniva, narušenie viskoelastických vlastností mozgu)
4. efekt pulzného tlaku mozgomiechového moku
5. úbytok mozgového tkaniva, ktorý je sprevádzaný rozšírením mozgových komôr
6. zväčšenie celkového objemu lebky ako následku pôsobenia abnormálnych síl na funkčné švy lebky u mladších detí. V tomto veku je aditívny objem lebky hlavným faktorom zvýšenia množstva mozgomiechového moku a rozšírenia mozgových komôr.

Výšetrenie toku mozgomiechového moku nukleárnou magnetickou rezonanciou ukázalo, že takmer každý pohyb likvoru má pulzný charakter, čo predstavuje dôkaz, že v prípadoch komunikujúceho hydrocefalu sú hyperdynamické pulzácie choroidálneho plexu potrebné a súčasne dostatočné na vyvolanie dilatácie mozgových komôr. Komunikujúci hydrocefalus môže vzniknúť aj v dôsledku redistribúcie pulzácií likvoru v lebke.

Dilatácia mozgových komôr závisí okrem iných faktorov aj od veku dieťaťa. Mechanické vlastnosti mozgu predčasne narodených novorodencov vedú k preferenčnej dilatácii zadných častí bočných mozgových komôr. Tento fenomén vysvetľujú dva mechanizmy: zvýšená poddajnosť zadnej časti lebky pred uzavretím lebkových švov a znížená rozťažnosť (distenzibilita) prednej časti mozgových komôr, ktorá je obklopená kompaktnou šedou hmotou bazálnych ganglií.

**Zvýšená tvorba mozgomiechového moku** je takmer výhradne prítomná pri nádoroch alebo vilóznej hypertrofii plexus chorioideus, najčastejšie pri papilóme alebo karcinóme

choroidálne hoplexu. Samotná zvýšená tvorba likvoru vedie k vzostupu intrakraniálneho tlaku a dilatácii mozgových komôr. Je nutné zdôrazniť, že u pacientov s nádorom choroidálneho plexu sú prítomné aj iné faktory (útlak likvorových ciest, fibróza subarachnoidálnych priestorov alebo villi arachnoidales v dôsledku mikrokrvácaní), ktoré môžu zvyšovať odpor kladený toku likvoru. Preto u týchto pacientov aj po resekcii tumoru často pretrváva hydrocefalus. Zvýšená produkcia mozgomiechového moku bola potvrdená aj pri hypervitaminóze A.

**Tabuľka č. 3:** Prehľad patologických, cievnych, biochemických a metabolických zmien počas vzniku a rozvoja detského hydrocefalu

<b>PATOLOGICKÉ ZMENY</b>	oploštenie a narušenie ciliárneho aparátu buniek ependýmu mozgových komôr, disrupcia ependýmovej bazálnej membrány, stenčenie a napínanie plášťa mozgovej kôry, edém periventrikulárnej bielej hmoty, axónová degenerácia (demyelinizácia), redukcia počtu neurónov, atrofia mozgu, perforácia septum pellucidum, stlačenie mozočkových hemisfér a erózia ich povrchu
<b>CIEVNE ZMENY</b>	distorzia mozgových ciev, kolaps kapilár, porucha regulácie mozgovej cirkulácie, hypoperfúzia, ischemické poškodenie mozgu
<b>BIOCHEMICKÉ ZMENY</b>	úloha smrti neurónov, $\text{Ca}^{2+}$ aktivované proteolytické procesy, lipidová peroxidácia, alterácia neurotransmitterových systémov
<b>ZMENY METABOLIZMU MOZGU</b>	alterácia energetického metabolizmu, acidóza, zvýšená koncentrácia laktátu, zmeny v celkovom obsahu vody, voľnej a viazanej vody v mozgovom tkanive

Častou príčinou hydrocefalu je **obštrukcia likvorových ciest**. Zvýšený odpor v dôsledku prekážky toku mozgomiechového moku vedie k vzostupu intrakraniálneho tlaku. Prekážka môže byť lokalizovaná intraventrikulárne (najčastejšie v úžinách vnútorných likvorových

ciest) alebo extraventrikulárne (obliterácia vonkajších likvorových ciest – bazálnych cisterien alebo subarachnoidálnych priestorov na konvexite). Rozšírenie mozgových komôr závisí od lokalizácie obštrukcie, čo vysvetľuje pomenovanie hydrocefalu ako *jednokomorového, dvojkomorového, trojkomorového alebo štvorkomorového*.

Prekážka toku likvoru môže vzniknúť v dôsledku rôznych patologických stavov:

- malformácie, ktoré vedú k lokálnemu zúženiu likvorových ciest (napr. stenóza aqueductus Sylvii)
- expanzívne procesy, ktoré vedú ku kompresii likvorových ciest (tumory, arachnoidálne cysty, hematómy)
- zápalový proces – infekcie, fibrózne zmeny po krvácaní a zápale, choroby (napr. mukopolysacharidózy), ktoré indukujú ependýmovú reakciu, leptomeningeálnu fibrózu a obliteráciu villi arachnoidales

**Zvýšenie žilového tlaku v durálnom sínuse** má 2 dôsledky:

1. zvýšenie žilového tlaku v mozgovej kôre vedie k zväčšeniu intrakraniálneho cievneho objemu
2. zvýšenie intrakraniálneho tlaku nad hodnotu potrebnú na zabezpečenie toku likvoru oproti zvýšenému žilovému tlaku v sínuse

Zvýšenie žilového tlaku v sínuse môže mať pôvod organický (trombóza v sínuse, jugulárnych žilách alebo vena cava superior, prerastanie nádoru do sínusu, achondrodysplázia) alebo funkčný (vysoko prietoková artériovenózna malformácia).

Prehľad patologických, cievnych, biochemických a metabolických zmien počas vzniku a rozvoja detského hydrocefalu je uvedený v tabuľke č. 3.

### **1.5 Klinický obraz**

V prípadoch progresívneho detského hydrocefalu (kombinácia progresívnej dilatácie likvorových ciest so zvýšeným intrakraniálnym tlakom) sú v klinickom obraze vyjadrené príznaky dilatácie frontálnych rohov bočných mozgových komôr (apatia), dilatácie aqueduktu a III. mozgovej komory (porucha okulomotoriky) a príznaky intrakraniálnej hypertenzie.

**Klinické príznaky intrakraniálnej hypertenzie** sú heterogénne, hlavne v mladších vekových kategóriách (novorodenci a dojčatá). Môžeme ich rozdeliť na anatomické (určené

biomechanickými vlastnosťami kalvy – rozostup lebkových švov, zväčšenie a vyklenutie fontanel, zväčšenie obvodu hlavičky) a príznaky, ktoré odzrkadľujú homeostázu intrakraniálneho priestoru (vracanie, kvantitatívna porucha vedomia, porucha dychového vzorca, bradykardia, porucha okulomotoriky). Medzi ďalšie klinické príznaky detského hydrocefalu patrí zvýraznenie a rozšírenie žíl na kalve v dôsledku reverzného toku krvi zo žilových splavov pri zvýšenom intrakraniálnom tlaku a príznak prasknutého hrnca.

Vyjadrenie klinických príznakov intrakraniálnej hypertenzie závisí od časového priebehu hydrocefalu, veku dieťaťa, fibroelastických a biomechanických vlastností lebky a uplatnenia kompenzačných mechanizmov.

Niektoré príznaky intrakraniálnej hypertenzie (apatia, somnolencia, vracanie, predráždenosť, poruchy dychového vzorca) sú nešpecifické a môžu byť prítomné aj pri iných ochoreniach. Najčastejšie sú vyjadrené pri infekciách horných a dolných dýchacích ciest, gastroenteritíde alebo infekcii uropoetického systému. Hlavne u novorodencov a dojčiat s hydrocefalom môžu imitovať aktivitu hydrocefalu alebo zlyhanie vnútorného drenážneho systému. Na druhej strane však v prípadoch kompenzovaného hydrocefalu bez nutnosti drenáže môže prebiehajúca infekcia viesť k dekompenzácií stacionárneho stavu s nutnosťou drenážneho výkonu.



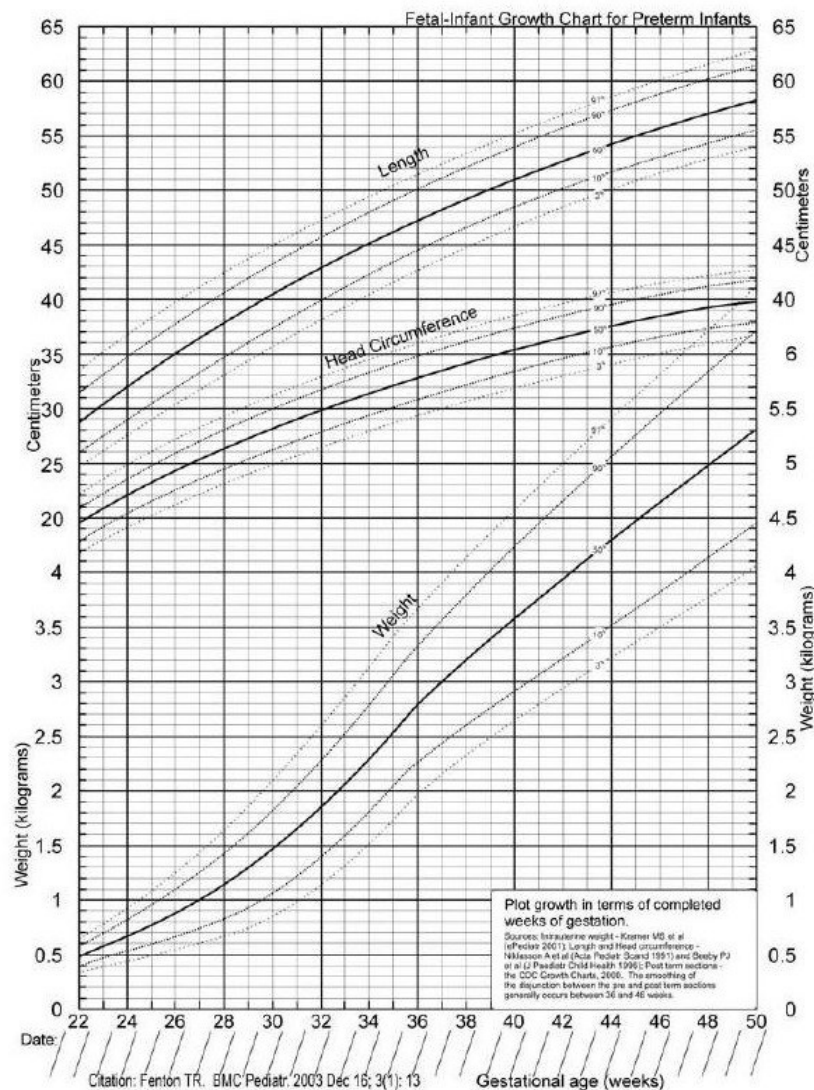
**Obrázok č. 1:** Dieťa s hydrocefalom– zväčšená hlavička, príznak zapadajúceho slnka, zvýraznená žilová kresba na hlavičke.

Zdroj: <https://learnsomethinginteresting.com/2018/12/31/the-effects-of-hydrocephalus/>



V typických prípadoch progresívneho hydrocefalu dochádza u novorodencov a dojčiat k zväčšeniu obvodu hlavičky v dôsledku rozostupu lebkových švov a zväčšenia fontanel (obr. 1). Vzhľadom na variabilitu biomechanických vlastností lebky v rôznych vekových skupinách je miera vyjadrenia uvedených príznakov rôzna. Dôležité je meranie hlavičky v troch rozmeroch: obvod hlavičky, bočný a predozadný rozmer. Počas hospitalizácie dieťaťa by meranie hlavičky mala vykonávať jedna zdravotná sestra. Namerané rozmery sa následne porovnávajú s referenčnými hodnotami vo vzťahu ku gestačnému veku dieťaťa. V klinickej praxi sa bežne používa percentilový graf s hodnotením obvodu hlavičky (obr. 2). Pred prepustením dieťaťa z nemocnice sú rodičia informovaní o klinických príznakoch zvýšeného intrakraniálneho tlaku a zlyhania drenážneho systému s vysvetlením spôsobu merania obvodu hlavičky. Je vhodné, aby bola dieťaťu vypísaná **identifikačná karta**, na ktorej sú uvedené základné údaje o implantovanom drenážnom systéme a kontakt na pracovisko, kde bola implantácia shuntu realizovaná. Po prepustení dieťaťa domov by mali rodičia merať obvod hlavičky minimálne raz týždenne so záznamom nameraných hodnôt.

Pri vyšetrení hlavičky dieťaťa sa pohmatom zisťuje rozostup sagitálneho a lambdového švu. Rozostup lambdového švu sa považuje za patognomický. V typickom prípade je predná fontanela vyklenutá nad niveau, zväčšená a palpačne tuhá. Palpačný nález na prednej fontanele však môže byť aj pri zvýšenom intrakraniálnom tlaku nejednoznačný. V prípadoch zvýšenej poddajnosti mozgového tkaniva (pri hypoxicko-ischemickom poškodení mozgu, pri zápalových procesoch mozgu) sa môžu v iniciálnom štádiu vzostupu intrakraniálneho tlaku výrazne zväčšovať mozgové komory, pričom klinické príznaky intrakraniálnej hypertenzie môžu byť vyjadrené nejednoznačne, bez zmeny nálezu na prednej fontanele a lebkových švoch. Na druhej strane však hypoxicko-ischemické poškodenie mozgu alebo poškodenie mozgu zápalovým procesom môže viesť k redukcii mozgového tkaniva so vznikom hydrocefalu ex vacuo bez zvýšenia intrakraniálneho tlaku.



A new fetal-infant growth chart for preterm infants developed through a meta-analysis of published reference studies.

**Obrázok č. 2:** Percentilový graf s hodnotením obvodu hlavičky, dĺžky tela a hmotnosti u predčasne narodených novorodencov (Fenton TR, 2003)

Klinické príznaky intrakraniálnej hypertenzie sú rôznorodé hlavne v mladších vekových kategóriách (novorodenci a dojčatá). Po uzavretí lebkových švov a ukončení osifikačného procesu kalvy nadobúda lebka dieťaťa biomechanické vlastnosti lebky dospelého, čomu zodpovedá aj uniformnejšia klinická manifestácia zvýšeného intrakraniálneho tlaku. U starších detí môžu na aktivitu hydrocefalu poukazovať bolesti hlavy, zhoršenie prospechu v škole a zmeny v správaní dieťaťa.

Z časového hľadiska môže byť prítomný klinický **obraz akútneho hydrocefalu** s nutnosťou urgentného drenážneho výkonu, **obraz postupne rozvíjajúceho sa progresívneho hydrocefalu** alebo **chronického kompenzovaného hydrocefalu**, s možnosťou intermitentných epizód subkompenzácie alebo náhlej dekompenzácie. Niekedy, našťastie výnimočne, dochádza u dieťaťa ku vzniku ťažkej dekompenzácie hydrocefalu s prudkou deterioráciou v neurologickom obraze (bezvedomie, nízke hodnoty v stupnici Glasgow coma scale, rozvoj bilaterálnej mydriázy s poruchou fotoreakcie, poruchy dychového vzorca, bradykardia). V prípade, že je neuzavretá predná fontanela sa neodkladne vykoná punkcia bočnej mozgovej komory cez prednú fontanelu. V prípade uzavretej prednej fontanely sa vykoná trepanačný návrť frontálne vpravo s inzerciou vonkajšej komorovej drenáže. Ide o urgentný výkon, ktorý sa realizuje v rámci cerebrálnej resuscitácie. Pri urgentnej punkcii bočnej mozgovej komory môžeme použiť Chiraflex ihlu, na ktorú môžeme následne napojiť infúziu hadičku, čo nám umožní priamo zmerať aktuálnu hodnotu intrakraniálneho tlaku. Potom nasleduje derivácia likvoru aspirovaním, pričom množstvo derivovaného likvoru je individuálne (závisí od veku dieťaťa, produkcie likvoru, veľkosti likvorových ciest). Vhodné je aspirovať také množstvo likvoru, aby hodnota ICP klesla aspoň na úroveň 10-12 cm H<sub>2</sub>O, čo zabezpečí dočasnú kompenzáciu stavu s možnosťou dokončenia presnej diagnostiky (v prípade, že na jej realizáciu nebol dostatočný čas pred komorovou punkciou) a vykonania urgentného operačného výkonu. Ak sa u dieťaťa s ťažko dekompenzovaným hydrocefalom nevykoná derivácia likvoru dostatočne rýchlo a efektívne, je nádej na dobrý neurologický výsledok drenážneho výkonu malá.

Dôležitou súčasťou klinického vyšetrenia dieťaťa s hydrocefalom je **oftalmologické vyšetrenie**. Porucha zraku môže byť dôsledkom poškodenia prednej časti zrakovej dráhy, obzvlášť edému terča zrakového nervu, atrofie terča zrakového nervu a spomalenej alebo neprítomnej reakcie na osvit, alebo v dôsledku poškodenia zadnej časti zrakovej dráhy s rozvojom kôrovej slepoty. U mladších detí s hydrocefalom môže byť prítomný vzostup intrakraniálneho tlaku aj bez súčasného výskytu edému terča zrakového nervu. U starších detí sa odporúčajú pravidelné oftalmologické vyšetrenia so zhodnotením nálezu na terči zrakového nervu, čo môže pomôcť pri skorom stanovení poruchy funkcie drenážneho systému v prípadoch s neúplne alebo len diskkrétne vyjadrenými klinickými príznakmi intrakraniálnej hypertenzie a nejednoznačnom CT náleze.

Pri sledovaní klinického stavu dieťaťa zohrávajú nezastupiteľnú úlohu **rodičia**. Skúsenosť rodiča s epizódou poruchy funkcie drenážneho systému treba pri vyšetrení dieťaťa s hydrocefalom brať do úvahy. Neurochirurg vidí dieťa približne raz do roka, alebo menej, ak sa spoľahne na sledovanie dieťaťa praktickým pediatrom. Rodičia majú lepší prehľad o každodennom živote dieťaťa a vedia lepšie posúdiť zmeny v správaní dieťaťa. Preto tvorí úzka spolupráca medzi lekárom a rodičmi základný predpoklad na skoré stanovenie poruchy funkcie drenážneho systému.

## 1.6 Diagnostika

V prípadoch s podozrením na hydrocefalus, resp. zvýšenie intrakraniálneho tlaku sa v bežnej klinickej praxi využíva hodnotenie príznakov intrakraniálnej hypertenzie a intrakraniálneho nálezu pomocou zobrazovacích metód.

Posúdenie veľkosti mozgových komôr pomocou USG, CT alebo MR vyšetrenia zohráva významnú úlohu pri podozrení na intrakraniálnu hypertenziu. Hodnotenie mozgovej cirkulácie pomocou transkraniálnej dopplerovskej sonografie vhodne dopĺňa hodnotenie morfológických parametrov o funkčný aspekt.

Z hľadiska detekcie vzniku dilatácie mozgových komôr a následného sledovania jej dynamiky zohráva u novorodencov a dojčiat s hydrocefalom (pred uzavretím prednej fontanely) najdôležitejšiu úlohu **transkraniálna sonografia**.



a)

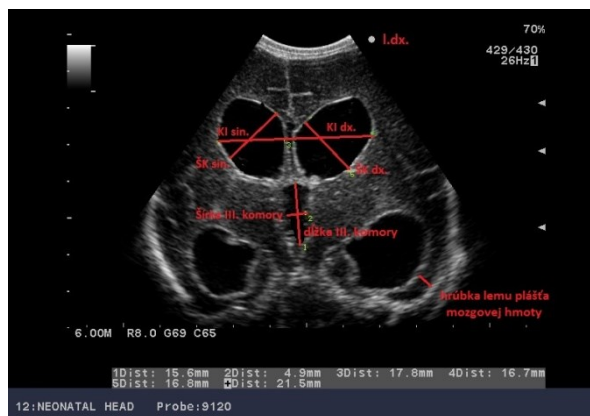
b)

**Obrázok č. 3:** Vyšetrenie mozgu transkraniálnou sonografiou u novorodenca s hydrocefalom: a) koronárny rez, morfometria mozgových komôr, b) sagitálny rez bočnou mozgovou komorou. Viditeľné je zaoblenie mozgových komôr a výrazné rozšírenie v oblasti trigona a okcipitálnych rohov bočných mozgových komôr, čo poukazuje na aktivitu hydrocefalu.

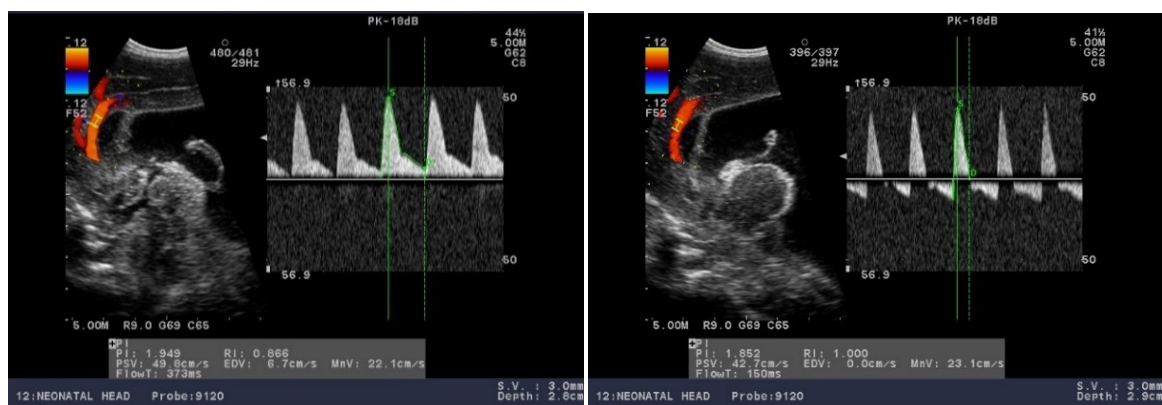
Počas sonografického vyšetrenia sa hodnotí gyrifikácia mozgu, presun stredočiarových štruktúr, likvorové cesty (mozgové komory a subarachnoidálne priestory) a ložiskové patologické nálezy. Transkraniálna sonografia umožňuje hodnotenie dynamiky intrakraniálneho krvácania u predčasne narodených novorodencov. Pri aktívnom hydrocefale dochádza najprv k rozvoju dilatácie a zaoblenia okcipitálnych a temporálnych rohov bočných mozgových komôr a oblasti trigona. V prípade ventrikulomegálie v dôsledku atrofie mozgu sú rozšírené hlavne frontálne rohy a telá bočných mozgových komôr (obr.3).

Dôležitou súčasťou sonografického vyšetrenia mozgu u dieťaťa s hydrocefalom je **morfometria mozgových komôr a subarachnoidálnych priestorov**. Presné hodnoty veľkosti likvorových priestorov umožňujú jednak porovnanie s normálnymi hodnotami, jednak sledovanie intraindividuálnej dynamiky. Subjektívne hodnotenie veľkosti likvorových priestorov bez súčasného zmerania ich rozmerov je nedostatočné. Medzi najčastejšie merané morfometrické parametre mozgu u detí s hydrocelom patria: ŠK dx. – šírka pravej bočnej mozgovej komory (najčastejšie šírka frontálneho rohu v koronárnej rovine prechádzajúcej cez foramina Monroi), ŠK sin. – šírka ľavej bočnej mozgovej komory, KI dx. – komorový index pravej bočnej mozgovej komory (komorový index – najväčšia kolmá vzdialenosť laterálnej steny frontálneho rohu bočnej mozgovej komory od stredovej čiary), KI sin. – komorový index ľavej bočnej mozgovej komory, rozmery III. a IV. mozgovej komory, šírka interhemisférovej štrbiny, šírka subarachnoidálnych priestorov na konvexite, IV – interventrikulárna vzdialenosť (vzdialenosť medzi laterálnymi cípmi bočných mozgových komôr), TC – transcerebrálny rozmer (šírka oboch hemisfér) a hrúbka pláštka mozgovej hmoty („cortical mantle“) (obr. 4). Pravdepodobne najnovším sonografickým indexom je „frontal and temporal horn ratio“ (pomer interventrikulárnej vzdialenosti frontálnych a temporálnych rohov bočných mozgových komôr), ktorý je ľahko merateľný na koronárnych sonografických rezoch mozgu. Štatistické porovnanie medzi novým „frontal and temporal horn ratio“ and bežne používaným „frontal and occipital horn ratio“ vykazuje silnú lineárnu koreláciu medzi oboma koeficientami.

Pomocou **transkraniálnej dopplerovskej sonografie** sa hodnotia bazálne a kompresívne parametre toku krvi v mozgových tepnách (obr. 5). Zvýšenie intrakraniálneho tlaku sa odzrkadľuje v zvýšení hodnoty indexu rezistencie (RI) a indexu pulzatility (PI) v dôsledku zníženia rýchlosti toku krvi na konci diastoly (Ved), čo umožňuje neinvazívne, nepriame stanovenie zvýšeného intrakraniálneho tlaku.



**Obrázok č. 4:** Vyšetrenie mozgu novorodenca transkraniálnou sonografiou – morfometria mozgových komôr



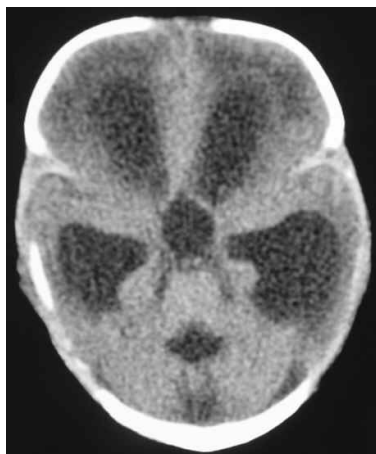
a)

b)

**Obrázok č. 5:** Dopplerovská krivka arteria pericallosa u novorodenca s progresívnym hydrocefalom: a) bazálne parametre (pokles Ved, vzostup RI a PI), b) pozitívny kompresívny test na prednej fontanele (reverzný tok krvi počas diastoly)

Na podrobnejšie posúdenie vnútrolebkovej morfológie sa využíva **počítačová tomografia (CT)** alebo **nukleárna magnetická rezonancia (MR)**. Medzi nevýhody CT vyšetrenia patrí ionizujúce žiarenie pôsobiace na detský organizmus, preto sa v súčasnosti uprednostňuje vyšetrenie magnetickou rezonanciou. Pri indikácii spomínaných vyšetrení je nutné zohľadniť aj transport dieťaťa (obzvlášť pri nestabilných predčasne narodených novorodencoch) a nutnosť sedácie. Na prítomnosť aktívneho hydrocefalu poukazuje balónový tvar mozgových komôr a typické periventriculárne hypodenzity na CT snímke (obr. 6) alebo zvýšenie intenzity signálu v T2 váženom obraze na MR snímke v dôsledku transependýmového prestupu likvoru (obr. 8). Meranie lineárnych morfometrických parametrov mozgu a likvorových priestorov je

znázornené na obrázku č. 7. Pri hodnotení ložiskových patologických procesoch MRI vyšetrenie umožňuje presné určenie rozsahu a vzťahu k okolitým štruktúram. Taktiež rozsah hypoxicko-ischemického poškodenia mozgu sa dobre znázorní na MR snímke. Pomocou cine phase MR sekvencie je možné znázorniť tok mozgomiechového moku likvorovými cestami, čo sa využíva aj v pooperačnom hodnotení funkčnosti ventrikulostómie III. mozgovej komory (obr. 9).



**Obrázok č. 6:** CT snímka mozgu dojčťa s progresívnym hydrocefalom - dilatácia mozgových komôr, rozstup lebkových švov, periventrikulárne priesaky



**Obrázok č. 7:** CT vyšetrenie mozgu – lineárne morfometrické parametre. Evansov index = vzdialenosť AB/IJ, FHR (frontal horn ratio, pomer frontálnych rohov bočných mozgových komôr) = AB/CD, bicaudálny pomer = EF/GH

**Priame meranie intrakraniálneho tlaku** sa vzhľadom na invazivitu a možné komplikácie u detí s hydrocefalom z indikácie drenážneho výkonu využíva iba zriedkavo. Vo väčšine prípadov sa hodnota ICP meria počas komorovej alebo lumbálnej punkcie, ktorá bola realizovaná z dôvodu nutnosti odberu vzorky mozgomiechového moku na biochemické a mikrobiologické vyšetrenie. Hodnota ICP sa môže zmerať počas operačného výkonu, čo jednak potvrdí intrakraniálnu hypertenziu a správnosť indikácie drenážneho výkonu, jednak má neurochirurg k dispozícii východiskové hodnoty ICP pre nastavenie prepúšťacieho tlaku drenážnych systémov.



a)

b)

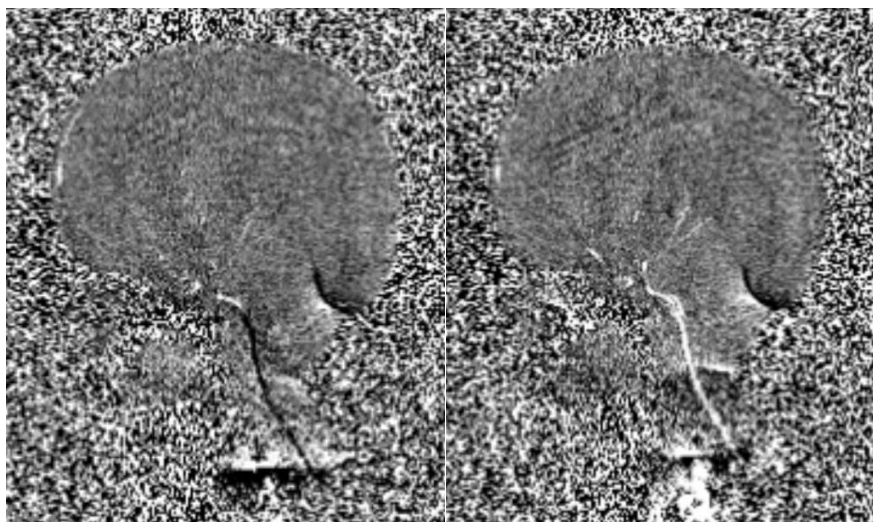
c)

**Obrázok č. 8:** MR snímky dojčťa s progresívnym hydrocefalom pred ETV: a) axiálna rovina, prítomné periventrikulárne priesaky, b) koronárna rovina – morfometria foramen Monroi, c) sagitálna rovina – plánovaná trajektória pre neuroendoskop

V ľahu je u detí a dospelých normálna hodnota ICP  $12 \pm 2$  cm H<sub>2</sub>O. U novorodencov a dojčiat je normálna hodnota intrakraniálneho tlaku nižšia – u predčasne narodených novorodencov je intrakraniálna hypertenzia definovaná ako hodnota ICP  $\geq 6$  cm H<sub>2</sub>O, u novorodencov narodených v termíne a u dojčiat ako hodnota ICP  $\geq 10$  cm H<sub>2</sub>O. Hodnota intrakraniálneho tlaku sa postupne zvyšuje a stabilizuje na hodnotu dospelých v čase osifikácie kalvy a uzavretia lebkových švov a fontanel. Presná hodnota ICP potrebná na rozvoj progresívnej dilatácie mozgových komôr u novorodencov nie je úplne známa. Všeobecne sa iba konštatuje, že táto hodnota ICP musí byť vyššia ako normálna hodnota ICP. Vzhľadom na relatívne veľký obsah vody, nízke množstvo myelínu, zvýšenú mozgovú poddajnosť a široké subarachnoidálne priestory mozgu predčasne narodených novorodencov môže byť hodnota



ICP potrebná na vznik a rozvoj progresívnej dilatácie mozgových komôr v tejto vekovej kategórii nižšia, ako by sa očakávalo.



**Obrázok č. 9:** Vyšetrenie toku mozgomiechového moku ventrikulostómiou III. mozgovej komory – cine phase sekvencia MR mozgu

Napriek tomu, že vo väčšine prípadov sa neurochirurgické operačné výkony vykonávajú až po narodení dieťaťa, má **hodnotenie ventrikulomegálie v prenatalnom období** veľký význam vo vzťahu k určeniu prognózy dieťaťa, predčasnému ukončeniu tehotnosti a skorému postnatálnemu manažmentu dieťaťa. Kľúčovú úlohu v prenatalnej diagnostike ventrikulomegálie zohráva ultrasonografia (obr. 10). V prípade diagnostickej neistoty alebo nutnosti detailnejšieho posúdenia mozgu vrátane štruktúr zadnej lebkovej jamy je možné použiť vyšetrenie fetálnou MR. Avšak v diagnostike kaudálnych defektov neurálnej trubice nepredstavuje fetálna MR v porovnaní s prenatalnou ultrasonografiou významnejší prínos. Ventrikulomegália je najčastejšou vývojovou anomáliou mozgu počas fetálneho obdobia s výskytom približne 1 prípad na 1000 živonarodených detí. Prognóza dieťaťa je vo výraznej miere určená výskytom pridružených intra- a extrakraniálnych anomálií (prítomných až v 2/3 prípadov) a nálezom aneuploídie (9 % prípadov).

Termínom **izolovaná ventrikulomegália** sa označuje dilatácia mozgových komôr (šírka, pričný rozmer bočnej mozgovej komory v úrovni glomus plexus chorioideus > 10 mm) bez prítomnosti inej vývojovej anomálie. Mierna ventrikulomegália je definovaná šírkou bočnej

mozgovej komory 11-14 mm a výrazná ventrikulomegália šírkou bočnej mozgovej komory  $\geq 15$  mm.



**Obrázok č. 10:** Prenatálne sonografické vyšetrenie mozgu plodu so zobrazením dilatácie bočných mozgových komôr (Ouahba a spol., 2006)

Prognózu dieťaťa s prenatálne diagnostikovanou ventrikulomegáliou ovplyvňuje niekoľko faktorov:

1. Šírka bočných mozgových komôr – nepriaznivým prognostickým faktorom je šírka bočných mozgových komôr  $\geq 12$  mm v čase sonografického zistenia ventrikulomegálie. Deti s miernou ventrikulomegáliou majú v porovnaní s deťmi s výraznou ventrikulomegáliou lepšiu prognózu.
2. Prítomnosť bilaterálnej asymetrickej ventrikulomegálie s rozdielom medzi šírkou pravej a ľavej bočnej mozgovej komory  $> 2$  mm je považovaná za negatívny prognostický faktor. Viaceré štúdie potvrdili dobrú prognózu detí s unilaterálnou ventrikulomegáliou.
3. Dynamika ventrikulomegálie – približne v 85 % prípadov s izolovanou miernou ventrikulomegáliou sa veľkosť mozgových komôr počas vnútromaternicového vývoja vráti do normálneho rozmedzia hodnôt, zmenší alebo stabilizuje. Progresia veľkosti mozgových komôr určuje nepriaznivú prognózu.
4. Okrem šírky a asymetrie mozgových komôr sa počas prenatálneho sonografického vyšetrenia hodnotia aj ďalšie morfológické faktory, podľa ktorých je možné predpokladať etiológiu ventrikulomegálie a prognózu dieťaťa – napr. predilekčné miesta dilatácie a tvar mozgových komôr, trhliny v ependýme, nepravidelnosti stien mozgových komôr a deštrukcia periventrikulárneho mozgového tkaniva.

## 1.7 Operačná liečba

Cieľom operačných drenážnych výkonov u detí s hydrocefalom je zabezpečenie normálnej hodnoty intrakraniálneho tlaku a intrakraniálnej rovnováhy prostredníctvom alternatívnej drenáže mozgovomiechového moku, čo vytvára základnú podmienku pre možnosť správneho psychomotorického a intelektuálneho vývoja dieťaťa. Drenážne výkony u detí s hydrocefalom môžeme rozdeliť do dvoch hlavných skupín: 1. dočasné drenáže, 2. trvalé drenáže. Medzi **dočasné drenáže** patrí: vonkajšia komorová drenáž, opakované komorové alebo lumbálne punkcie, aspirácia likvoru z podkožného rezervoára, ventrikulosubgaleálna drenáž a vonkajšia lumbálna drenáž.

**Vonkajšia komorová drenáž** sa využíva v akútnych, život ohrozujúcich prípadoch hydrocefalu, alebo v prípadoch, keď nie je možné primárne zavedenie vnútorného drenážneho systému. Najčastejšie sa používa u nedonosených vnútrokomorovým krvácaním a rozvojom posthemoragického hydrocefalu a v prípadoch neuroinfekcie. Vonkajšia komorová drenáž zabezpečuje deriváciu mozgovomiechového moku z bočnej mozgovej komory. Ide o tlakovo regulovanú drenáž, pričom prepúšťací tlak sa nastavuje priamo v drenážnom systéme. V prípade, že hodnota intrakraniálneho tlaku prevýši hodnotu nastaveného prepúšťacieho tlaku, dochádza k toku likvoru z postrannej mozgovej komory do zberného rezervoára drenážneho systému. Pri poklese intrakraniálneho tlaku pod hodnotu prepúšťacieho tlaku sa tok likvoru zastaví. Dĺžka ponechania EVD je rôzna, kolíše v rozmedzí niekoľkých dní až týždňov. Čím dlhšie je EVD ponechaná, tým sa zvyšuje riziko vzniku infekčných komplikácií. Vonkajšia komorová drenáž nemusí nutne viesť k trvalému stavu závislosti dieťaťa na drenážnom systéme (shunt-dependentnosť dieťaťa). Pri rozhodovaní o ponechaní alebo internalizovaní EVD (zavedenie vnútorného drenážneho systému) treba podrobné posúdenie intrakraniálnej dynamiky. V prípade, že je dieťa shunt-dependentné, závisí inzercia vnútorného drenážneho systému od výsledkov biochemického a mikrobiologického vyšetrenia mozgovomiechového moku (pokles bielkovín pod 2 g/l, minimálny počet krvných elementov, 3-krát po sebe sterilný výsledok mikrobiologického vyšetrenia, likvor makroskopicky číry).

Opakované **komorové a lumbálne punkcie** s deriváciou mozgovomiechového moku za účelom zníženia intrakraniálneho tlaku sa využívajú iba vo výnimočných prípadoch. Využívajú sa skôr pri nutnosti odberu vzorky likvoru na biochemické a mikrobiologické vyšetrenie. V prípade potreby derivácie likvoru za účelom zníženia intrakraniálneho tlaku a zabezpečenia

primeranej vnútrolebkovej rovnováhy sa využíva najmä vonkajšia komorová drenáž a aspirácia likvoru z podkožného Rickhamovho rezervoáru. Medzi komplikácie opakovaných komorových punkcií patrí vznik porencefálie, krvácania v tkanive mozgu a rozvoj infekcie.

**Aspirácia likvoru z podkožného rezervoára** - komorový katéter sa zavedie do bočnej mozgovej komory, pričom na jeho distálny koniec je pripevnený malý rezervoár, ktorý sa vkladá do podkožia na hlavičke v mieste trepanačného otvoru. Pomocou aspirácie sa pravidelne derivuje mozgovomiechový mok, čo vedie k poklesu ICP. Množstvo odobratého likvoru a časový interval jednotlivých punkcií rezervoáru sa určuje na základe hodnoty priamo peroperačne zmeraného ICP a jeho poklesu, opakovaných vyšetrení pomocou transkraniálnej ultrasonografie a transkraniálnej dopplerovskej sonografie a zmenou klinického nálezu. Veľmi prísny monitoring intrakraniálnej dynamiky je podmienkou prevencie opakovaného výskytu prechodného zvýšenia ICP alebo hyperdrenážnych stavov.

Miera využívania vonkajšej komorovej drenáže alebo opakovanej aspirácie likvoru z podkožného rezervoára v liečbe posthemoragického alebo infekčného novorodeneckého alebo detského hydrocefalu závisí od zvyklostí jednotlivých neurochirurgických pracovísk. Ventrikulosubgaleová drenáž sa využíva ako dočasný spôsob drenáže mozgovomiechového moku komorovým katétrom do kapsy vytvorenej v subgaleovom priestore hlavičky, kde dochádza k vstrebávaniu likvoru. Schopnosť resorpcie likvoru však postupne klesá, čo si môže vynútiť vykonávanie opakovaných punkcií s deriváciou likvoru. Vo väčšine prípadov je následne zavedený vnútorný drenážny systém.

**Ventrikulosubgaleová drenáž** sa používa hlavne u novorodencov a mladších dojčiat ako dočasné riešenie progresívneho hydrocefalu s nutnosťou drenáže v prípadoch, keď nie sú vhodné podmienky na zavedenie vnútorného drenážneho systému (posthemoragický hydrocefalus, neuroinfekcia, nízka pôrodná hmotnosť pri predčasne narodených novorodencoch). Medzi najčastejšie komplikácie ventrikulosubgaleovej drenáže patrí: likvorová fistula, dehiscencia a infekcia rany, ventrikulitída, dislokácia komorového katétra.

Základným predpokladom využiteľnosti **vonkajšej lumbálnej drenáže** je diagnóza komunikujúceho hydrocefalu. Používa sa pri hydrocefale po subarachnoidálnom krvácaní po prasknutí intrakraniálnej aneuryzmy, pri hojení likvorových pseudocýst po operáciách v zadnej lebkovej jame a transnazálnych operáciách adenómu hypofýzy.

**Trvalé drenážne výkony** môžeme rozdeliť do dvoch skupín: 1. skratové operácie, 2. neuroendoskopické metódy.

**Ventrikuloperitoneálna drenáž (ventrikuloperitoneálny shunt, VP shunt)** zabezpečuje prostredníctvom vnútorného drenážneho systému deriváciu mozgovomiechového moku z likvorových priestorov do peritoneálnej dutiny. Patrí medzi najčastejšie využívané spôsoby drenáže mozgovomiechového moku u novorodencov a detí s hydrocefalom (obr. 11). Drenážny systém tvorí komorový katéter, punkčná komôrka, jednosmerný ventil, distálny (peritoneálny) katéter. Jeho súčasťou môže byť aj antigravitačná jednotka. Výhodou včlenenia punkčnej komôrky do drenážneho systému je možnosť odberu likvoru zo systému pri podozrení na shuntovú infekciu, podanie kontrastnej látky do systému (shuntografia) a jednoduché manuálne zhodnotenie priechodnosti drenážneho systému (vyprázdňovanie a následné plnenie komôrky pri manuálnej kompresii). Používané ventily môžeme rozdeliť na programovateľné (možnosť nastavenia rôznych hodnôt prepúšťacieho tlaku ventilu) a neprogramovateľné (nízkotlakové, strednotlakové a vysokotlakové) s fixným prepúšťacím tlakovým pásmom. Použitie antigravitačnej jednotky predchádza vzniku hyperdrenážnych stavov pri vertikálnej polohe dieťaťa, keď sa uplatňuje hydrostatický tlak stĺpca likvoru v drenážnom systéme (sed, stoj).

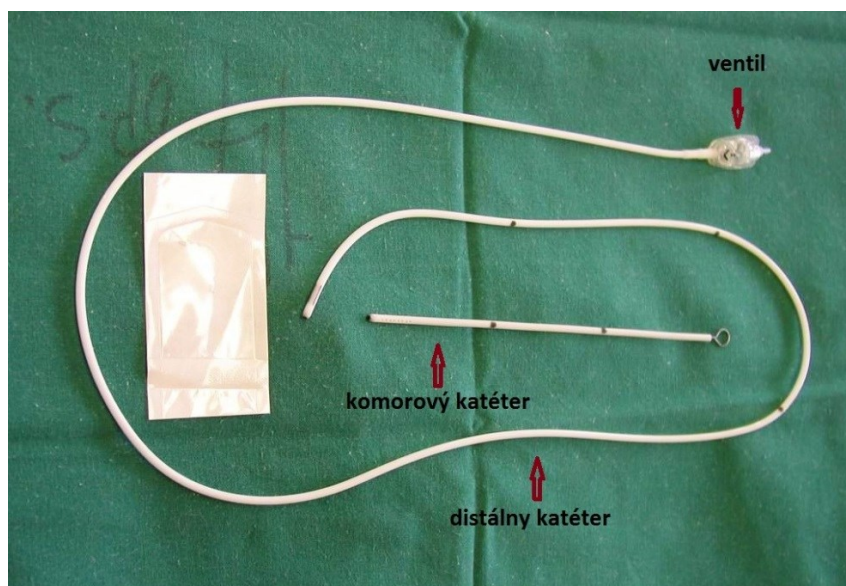
**Ventrikuloatriová drenáž (ventrikuloatriový shunt, VA shunt)** sa v klinickej praxi využíva menej ako drenáž ventrikuloperitoneálna vzhľadom k väčšiemu výskytu a závažnosti možných komplikácií. Distálny katéter drenážneho systému sa zavádza prostredníctvom vhodného prítoku vena jugularis interna do pravej predsene srdca. Využíva sa hlavne v prípadoch, keď nie je možné zavedenie VP shuntu - infekcia v peritoneálnej dutine a stavy po opakovaných laparotómiách s tvorbou adhézií a znížením resorpčnej schopnosti peritonea. Zavedenie VA shuntu je kontraindikované u detí s vrodenými srdcovými chybami.

**Lumboperitonálna drenáž** derivuje mozgovomiechový mok zo spinálneho subarachnoidového priestoru do peritoneálnej dutiny. Podmienkou je, aby bol hydrocefalus komunikujúci. V klinickej praxi sa využíva málo.

**Bretova spojka (interventrikulostómia)** - katéter sa zavádza cez frontálny roh bočnej mozgovej komory, III. mozgovú komoru a aqueductus Sylvii do IV. mozgovej komory. Využíva sa v prípadoch stenózy aqueduktu, v súčasnosti výnimočne.

**Torkildsenova (ventrikulocisternová) drenáž** - mozgovomiechový mok sa prostredníctvom katétra derivuje z bočnej mozgovej komory do cerebelomedulárnej cisterny. Využíva sa v prípadoch obštrukcie likvorových ciest na úrovni aqueduktu IV. mozgovej komory.

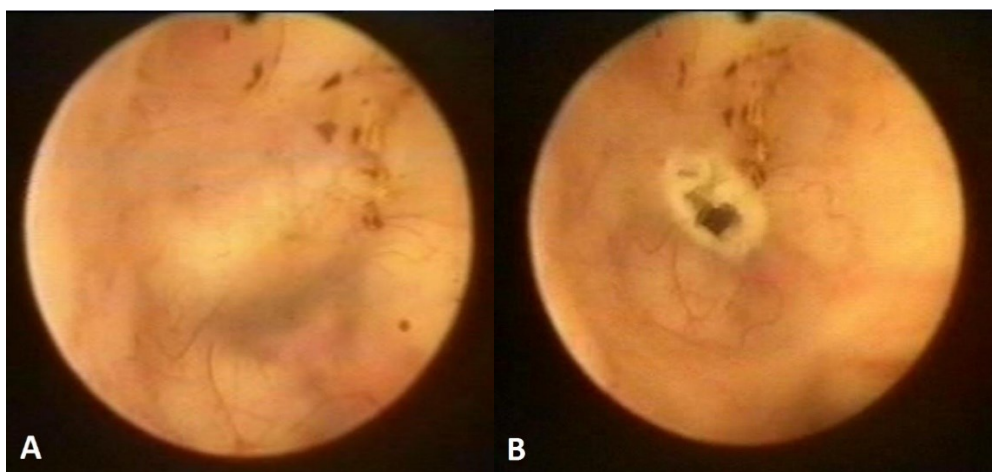
V súčasnosti sa vzhľadom k rozvoju neuroendoskopických metód od použitia Bretovej spojky a Torkildsenovej drenáže upúšťa.



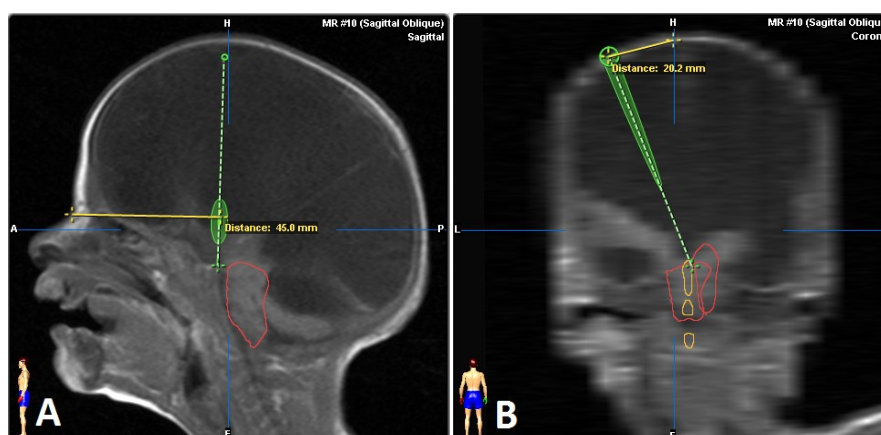
**Obrázok č. 11:** Vnútorňý drenážny systém – komorový katéter, ventil, distálny katéter

**Alternatívne spôsoby drenáže** – sa používajú v prípade, že nie je možné vykonanie vyššie opísaných drenážnych výkonov, využívajú sa alternatívne spôsoby drenáže mozgovomiechového moku: ventrikulopleurálna, ventrikulovezikálna, ventrikulouretrová, ventrikulogastrická, ventrikulocholecystová, ventrikulosínusová (do sinus sagitalis superior) drenáž a ventrikulomastoidostómia.

V ostatnom období sa do popredia záujmu neurochirurgov dostáva využitie neuroendoskopie. Medzi najčastejšie **neuroendoskopické výkony** v liečbe detského hydrocefalu patrí: endoskopická ventrikulostómia III. mozgovej komory (obr. 12), plastika aqueduktu, septostómia, inzercia komorového katétra pod endoskopickou kontrolou, odstránenie intraventrikulárnych nádorov a cýst, revízia a toaleta komorového systému, koagulácia plexus choroideus. Na plánovanie trajektórie neuroendoskopu sa využíva neuronavigácia (obr. 13).



**Obrázok č. 12:** Endoskopický pohľad na spodinu III. mozgovej komory u dojčťa s hydrocefalom. A – pred ventrikulostómiou, B – po ventrikulostómii. Viditeľné sú depozitá hemosiderínu po prekonaní intraventrikulárneho krvácania.



**Obrázok č. 13:** Plánovanie trajektórie neuroendoskopu pred ventrikulostómiou III. mozgovej komory pomocou neuronavigácie BrainLab®

Výskyt **komplikácií drenážnych systémov** u detí s hydrocefalom je stále vysoký napriek novým technologickým možnostiam (tab.4). Práve počet, skorá detekcia a adekvátne riešenie vzniknutých komplikácií výrazne ovplyvňuje celkový funkčný efekt drenážneho výkonu, psychomotorický vývoj, kognitívne a intelektuálne schopnosti dieťaťa.

**Tabuľka č. 4:** Prehľad najčastejších komplikácií drenážnych systémov u detí s hydrocefalom

<b>NEINFEKČNÉ KOMPLIKÁCIE</b>	<b>hyperdrenážny stav</b>	slit ventricles syndrome, subdurálna kolekcia
	<b>proximálna časť drenážneho systému</b>	dislokácia a obštrukcia komorového katétra, likvorová podkožná kolekcia, likvorová fistula, likvoreia, dehiscencia rany
	<b>ventil</b>	porucha funkcie ventilu, obštrukcia ventilu, zmena prepúšťacieho pásma pri programovateľných ventiloch, dekubit nad ventilom, rozpojenie systému
	<b>distálna časť drenážneho systému</b>	obštrukcia a dislokácia distálneho katétra VP shunt: migrácia katétra do peritoneálnej dutiny, likvorová pseudocysta VA shunt: migrácia katétra do dutín pravého srdca, trombus, embolizácia do a. pulmonalis, shuntová nefritída, pľúcna hypertenzia
<b>INFEKČNÉ KOMPLIKÁCIE (SHUNTOVÉ INFEKcie)</b>	lokálna infekcia rany a pozdĺž drenážneho systému, ventrikulitída, meningitída, meningoencefalitída, endokarditída, septikémia, pľúcne abscesy, peritonitída	

Viacnásobné operačné revízie drenážnych systémov sú často nutné u novorodencova mladších dojčiat. Komplikácie drenážnych systémov môžeme rozdeliť na neinfekčné a infekčné. Medzi najčastejšie neinfekčné komplikácie patrí: 1.likvorová fistula z rany alebo z podkožného tunela popri katétri – zvyšuje riziko infekcie s rozvojom ventrikulitídy. Môže byť prejavom poruchy funkcie drenážneho systému, preto je potrebné overenie jeho



priechodnosti, polohy komorového katétra (USG alebo CT/MR vyšetrenie) a overenie správneho nastavenia prepúšťacieho tlaku systému. 2.hyperdrenážny stav (overdrainage) – vzniká buď v dôsledku veľkých strát likvoru počas operačného výkonu, alebo nesprávnym (nízkym) prepúšťacím tlakom. Dochádza k výraznému zmenšeniu mozgových komôr, bočné komory sú štrbinovité, čo môže viesť k sťaženiu drenáže likvoru cez komorový katéter. Komplikáciou hyperdrenáže môže byť vznik subdurálneho hematómu. Riešenie hyperdrenážneho stavu spočíva vo zvýšení prepúšťacieho tlaku drenážneho systému za súčasného prísneho sledovania intrakraniálnej dynamiky (klinický stav, opakované kontroly transkraniálnou USG a transkraniálnou dopplerovskou sonografiou, v prípade potreby sa dopĺňa CT alebo MR vyšetrenie mozgu).

Medzi obávané infekčné komplikácie patrí vznik ventrikulitídy a meningoencefalitídy (vzostup telesnej teploty, kŕče, zhoršenie stavu vedomia, vracanie, pokles koncentrácie glukózy a vzostup bielkovín a segmentov v likvore, leukocytóza, vzostup koncentrácie C-reaktívneho proteínu, trombocytóza, pozitívny mikrobiologický nález). Medzi najčastejšie etiologické agens patrí *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus aureus* a gramnegatívne paličky.

### **Zoznam použitej literatúry**

- AASLID R (1986) Transcranial Doppler Ultrasonography. Springer-Verlag, New York, p. 482
- ANTES S, KIEFER M, SCHMITT M, LECHTENFELD M, GEIPEL M, EYMANN R (2012) Frontal and temporal horn ratio: a valid and reliable index to determine ventricular size in paediatric hydrocephalus patients? *Acta Neurochir Suppl* 114:227-230
- BASS JK, BASS WT, GREEN GA, GURTNER P, WHITE LE (2003) Intracranial pressure changes during intermittent CSF drainage. *Pediatr Neurol* 28:173-177
- BROMLEY B, FRIGOLETTO F, BENACERRAF B (2002) Mild fetal lateral cerebral ventriculomegaly: clinical course and outcome. *Am J Obstet Gynecol* 164:863–867
- DE RIGGO J, KOLAROVSKI B, RICHTEROVÁ R, KOLAROVSKÁ H, ŠUTOVSKÝ J, ĎURDÍK P (2007) Measurement of the blood flow velocity in the pericallosal artery of children with hydrocephalus by transcranial Doppler ultrasonography - preliminary results. *Biomedical Papers* 151:285-289

DEN HOLLANDER N, VINKEESTEIJN A, SCHMITZ P, CASTMAN-BERREVOETS C, WLADIMIROFF J (1998) Prenatally diagnosed fetal ventriculomegaly: prognosis and outcome. *Prenat Diagn* 18:557–566

DURFEE S, KIM F, BENSON C (2001) Postnatal outcome of fetus with the prenatal diagnosis of asymmetric hydrocephalus. *J Ultrasound Med* 20:263–268

EGNOR M, ZHENG L, ROSIELLO A, GUTMAN F, DAVIS R (2002) A model of pulsations in communicating hydrocephalus. *Pediatr Neurosurg* 36:281–303

ELIÁŠ P, ŽIŠKA J (1998) Dopplerovská ultrasonografie. Nucleus HK, Hradec Králové, p. 252

FENTON TR (2003) A new growth chart for preterm babies: Babson and Benda's chart updated with recent data and a new format. *BMC Pediatr*. 2003 Dec 16;3:13.

GIRARD N, OZANNE A, GIRE C, MILLET V, MANCINI J, RAYBAUD C (2001) Conduite à tenir devant une dilatation ventriculaire. *Arch Pédiatr* 8(Suppl 2):436–437

GOLDSTEIN R, LAPIDUS A, FILLY R, CARDOZA J (1990) Mild lateral cerebral ventricular dilatation in utero: clinical significance and prognosis. *Radiology* 176:237–242

GRAHAM E, DUHL A, URAL S, ALLEN M, BLAKEMORE K, WITTER F (2001) The degree of antenatal ventriculomegaly is related to pediatric neurological morbidity. *J Matern Fetal Med* 10:258–263

GREENBERG MS (1997) *Handbook of Neurosurgery*. 4<sup>th</sup> Edition, Greenberg Graphics, Inc., Lakeland, Florida, Vol. II, pp. 571–600

HADAČ J. (2000) Ultrazvukové vyšetření mozku přes velkou fontanelu. Triton, Praha, p. 197

HARATZ KK, NARDOZZA LM, DE OLIVEIRA PS, ROLO LC, MILANI HJ, DE SÁ BARRETO EQ, ARAUJO JÚNIOR E, AJZEN SA, MORON AF (2011) Morphological evaluation of lateral ventricles of fetuses with ventriculomegaly by three-dimensional ultrasonography and magnetic resonance imaging: correlation with etiology. *Arch Gynecol Obstet* 284:331–336

HORINEK D, CIHAR M, TICHY M (2003) Current methods in the treatment of posthemorrhagic hydrocephalus in infants. *Bratisl Lek Listy* 104:347–351

JOÓ JG, TÓTH Z, BEKE A, PAPP C, TÓTH-PÁL E, CSABA A, SZIGETI Z, RAB A, PAPP Z (2008) Etiology, prenatal diagnostics and outcome of ventriculomegaly in 230 cases. *Fetal Diagn Ther* 24:254–263

KELLY E, ALLEN V, SEAWARD G, WINDRIM R, RYAN G (2001) Mild ventriculomegaly in the fetus, natural history, associated findings and outcome of isolated mild fetal ventriculomegaly: a literature review. *Prenat Diagn* 21:697–700

KOLAROVSKI B, BENČO M, ĎURDÍK P, MURGAŠ D, HANULA M, KOLAROVSKÁ H, MOLNÁR M (2009a) Detský hydrocefalus ako akútny stav. In: Hanula M, Murgaš D, Csomor D Vybrané kapitoly z urgentnej medicíny. Inštitút zdravotníckeho vzdelávania, Nitra, pp. 198-202

KOLAROVSKI B, DE RIGGO J (2008) Hodnotenie klinických príznakov intrakraniálnej hypertenzie vo vzťahu k indikácii drenážneho výkonu u novorodencov a dojčiat s hydrocefalom. Česko-slovenská pediatrie 63: 521-527

KOLAROVSKI B, DE RIGGO J, ĎURDÍK P, ŠUTOVSKÝ J (2006) Sledovanie intrakraniálnej dynamiky detského hydrocefalu. Pediatria 1:132-135

KOLAROVSKI B, ŠUTOVSKÝ J, DE RIGGO J, ĎURDÍK P, KOLAROVSKÁ H (2006) Možnosti operačnej liečby detského hydrocefalu. Pediatria 1:281-284

KOLAROVSKI B, ŠUTOVSKÝ J, ĎURDÍK P, DE RIGGO J (2006) Etiopatogenéza a biomechanika detského hydrocefalu. Pediatria 1:84-87

KOLAROVSKI B, ZIBOLEN M (2012) Transcranial doppler ultrasonography in the management of neonatal hydrocephalus. In: Pant S, Cherian I Hydrocephalus. InTech, Rijeka, pp. 131-152

KOLAROVSKI B, ŽÚBOR P, KOLAROVSKÁ H, BENČO M, RICHTEROVÁ R, MAŤAŠOVÁ K (2013) The assessment of intracranial Dynamics by transcranial Doppler sonography in perioperative period in paediatric hydrocephalus. Arch Gynecol Obstet 287:229-238

LIPINA R, PALEČEK T (2004) Chirurgická léčba hydrocefalu v dětském věku. Pediatrie pro praxi 3:133-136

LIPITZ S, YAGEL S, MALINGER G (1998) Outcome of fetus with isolated borderline unilateral ventriculomegaly diagnosed at mid-gestation. Ultrasound Obstet Gynecol 12:23–26

MINÁRIK M (1999) Niektoré otázky pri transkraniálnej Dopplerovej sonografii u kriticky chorých detí. ČsPediat 54:697-699

MINÁRIK M (2000) Transkraniálna farebná duplexná sonografia dojčiat. Osveta, Martin, p. 148

NOVÁK Z, CHRASTINA J (2005) Neuroendoskopie. Maxdorf s.r.o., Praha, p. 138

OUAHBA J, LUTON D, VUILLARD E, GAREL C, GRESSENS P, BLANC N, ELMALEH M, EVRARD P, OURY JF (2006) Prenatal isolated mild ventriculomegaly: outcome in 167 cases. BJOG 113:1072–1079

- PERUZZI P, CORBITT RJ, RAFFEL C (2010) Magnetic resonance imaging versus ultrasonography for the in utero evaluation of central nervous system anomalies. *J Neurosurg Pediatr* 6:340-345
- PILU G, FALCO P, GABRIELLI S, PEROLO A, SANDRI F, BOVICELLI L (1999) The clinical significance of fetal isolated cerebral borderline ventriculomegaly: report of 31 cases and review of the literature. *Ultrasound Obstet*
- SAINTE-ROSE C (1996) Hydrocephalus in childhood. In: Youmans JR (ed) *Neurosurgical surgery*. Vol. 2, W.B. Saunders Company, Philadelphia, pp. 890-926
- SENAT M, BERNARD J, SCHWARZLER P, BRITTEN J, VILLE Y (1999) Prenatal diagnosis and follow-up of 14 cases of unilateral ventriculomegaly. *Ultrasound Obstet Gynecol* 14:327–332
- ŠULLA I (1995a) Arnoldova-Chiariho malformácia. In: Černý J. a kol. *Špeciálna chirurgia, Chirurgia krku a hlavy*. Zväzok 4, Osveta, Martin, pp. 161-162
- TAMAKI N, YASUDA M, MATSUMOTO S, YAMAMOTO T, IRIGUCHI N (1990) Cerebral energy metabolism in experimental canine hydrocephalus. *Childs Nerv Syst* 6:172-178
- TAYLOR GA, MADSEN JR (1996) Neonatal hydrocephalus: hemodynamic response to fontanelle compression – correlation with intracranial pressure and need for shunt placement. *Radiology* 201:685-689
- TULI S, ASHAIL E, DRAKE J (1999) Third ventriculostomy versus cerebrospinal fluid shunt as a first procedure in pediatric hydrocephalus. *Pediatr Neurosurg* 30:11-15
- VARSÍK P, KUKUMBERG P (1999) Porucha pasáže v likvorových cestách a bolesti hlavy. In: Varsik P. a kol. *Neurológia II, Patogenéza a klinika nervových chorôb*. Lufema, Bratislava, 398-402
- VERGANI P, LOCATELLI A, STROBELT N, CAVALLONE M, CERUTI P, PATERLINI G, GHIDINI A (1998) Clinical outcome of mild fetal ventriculomegaly. *Am J Obstet Gynecol* 178:218–222
- VOLPE JJ (2001) Intracranial hemorrhage: germinal matrix-intraventricular hemorrhage of the premature newborn. In: *Neurology of the newborn*. 4<sup>th</sup> Edition, WB Saunders, Philadelphia, pp. 457-462
- WANG KC, LEE JY, KIM SK, PHI JH, CHO BK (2011) Fetal ventriculomegaly: postnatal management. *Childs Nerv Syst* 27:1571-1573
- WESTRA SJ, LAZAREFF J, CURRAN JG, SAYERE JW, KAWAMOTO H JR (1998) Transcranial Doppler ultrasonography to evaluate need for cerebrospinal fluid drainage in hydrocephalic children. *J Ultrasound Med* 17:561-569

XIE AL, WANG YH, ZHAO YP, YE Y, CHEN XM, JIN HP, ZHU XQ (2011) Outcome and prognosis of isolated mild fetal ventriculomegaly in uterus. Zhonghua Fu Chan Ke Za Zhi 46:418-421 (abstract)

ZIBOLEN M, ZBOJAN J, DLUHOLUCKÝ S (2001) Praktická neonatológia. Martin: Osveta, p. 534

#### **Internetové zdroje**

<https://learnsomethinginteresting.com/2018/12/31/the-effects-of-hydrocephalus/>

## 2. KRANIOSYNOSTÓZY

### 2.1 Definícia

**Kraniosynostóza** vzniká na podklade predčasného zrastu jedného alebo viacerých lebkových švov. Spôsobuje tvarovú deformitu hlavy dieťaťa, ktorá je často viditeľná už po narodení, alebo v skorom dojčeneckom období. Impulzom pre rast hlavy dieťaťa je rast mozgu. V prípade kraniosynostózy je rast lebky obmedzený a deformovaný, čo môže negatívne ovplyvniť rast a vývoj mozgu. Vzhľadom k tomu sa nedá kraniosynostóza považovať iba za kozmetickú záležitosť, obzvlášť pri ťažkých formách alebo pri predčasnom zraste viacerých lebkových švov. Od kraniosynostózy je dôležité odlíšiť mikrocefáliu, ktorá je spôsobená skutočnosťou, že sa mozog adekvátne nevyvíja, nezväčšuje sa a tým nepredstavuje impulz na rast lebky, napríklad pri hypoxicko-ischemickom poškodení mozgu alebo pri atrofii mozgu z iných dôvodov.

Výskyt kraniosynostózy predstavuje približne 1 prípad na 2500 narodených detí.

### 2.2 Klasifikácia

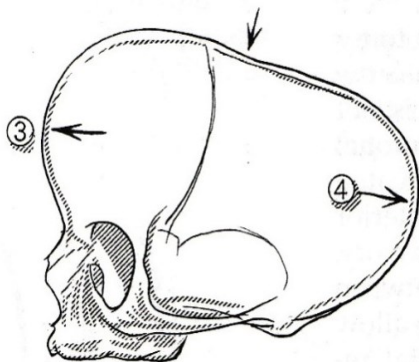
Z hľadiska etiológie môžeme kraniosynostózy rozdeliť na primárne a sekundárne.

Príčina **primárnej kraniosynostózy** nie je stále známa. Príčinou **sekundárnej kraniosynostózy** môže byť metabolické ochorenie, predrénovanie dieťaťa s hydrocefalom alebo vplyv vonkajších teratogénnych faktorov. Geneticky podmienené sú **syndromologické kraniosynostózy**.

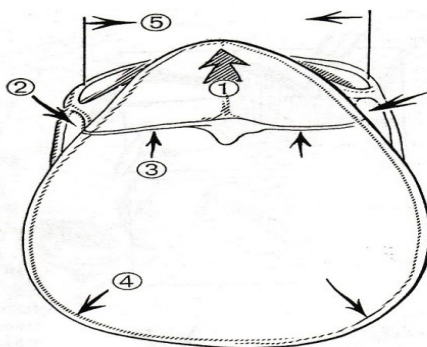
V prípade predčasne zrasteného lebkového švu nemôže lebka rásť prirodzene v smere kolmom na postihnutý lebkový šev. Rast lebky sa kompenzuje v smere rovnobežnom s predčasne uzavretým lebkovým švom. Na základe toho, ktorý lebkový šev alebo švy sú predčasne zrastené, rozoznávame niekoľko typov kraniosynostózy:

**Synostóza sagitálneho švu** – skafocefália. Predstavuje najčastejšiu formu kraniosynostózy, vyskytuje sa častejšie u chlapcov. Hlava dieťaťa je typicky úzka a dlhá, prítomná je prominencia v oblasti sagitálneho švu (obr. 1, 5).

**Synostóza metopického švu** – trigonocefália, predstavuje 5-10 % všetkých kraniosynostóz. Typický je trojuholníkovitý tvar lebky v čelovej oblasti, ktorá pripomína lodný kýl (obr. 2, 6).



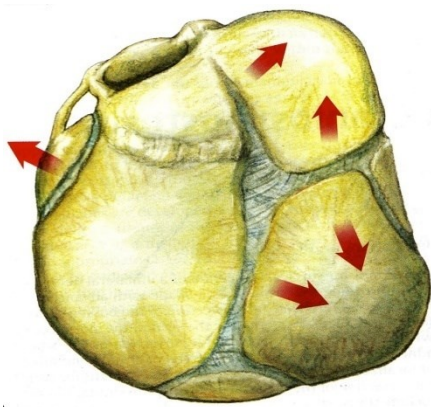
**Obrázok č. 1:** Skafocefália – synostóza sagitálneho švu (Albright a spol., 1999)



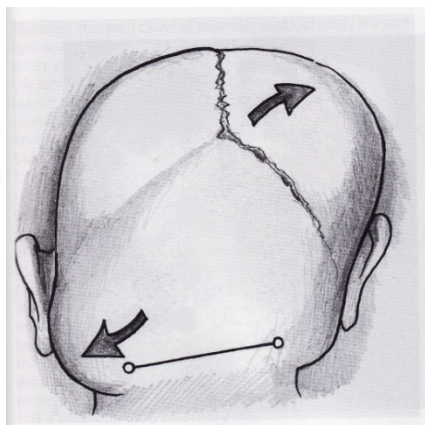
**Obrázok č. 2:** Trigonocefália – synostóza metopického švu (Albright a spol., 1999)

**Synostóza koronárneho švu obojstranná** – brachycefália. Býva súčasťou syndromologických kraniosynostóz. Hlava dieťaťa je široká s krátkym predozadným rozmerom, prítomný je často hypertelorizmus. Dôležité je odlíšenie od symetrickej brachycefálie, ktorá predstavuje polohovú deformitu hlavy dieťaťa.

**Synostóza koronárneho švu jednostranná** – predná plagiocefália. Tvorí približne 10-20 % všetkých kraniosynostóz. Tvar hlavy je lichobežníkový s asymetriou tvárovej časti lebky a nadočnicových oblúkov (obr. 3).



**Obrázok č. 3:** Jednostranná synostóza koronárneho švu, predná plagiocefália (Albright a spol., 1999)



**Obrázok č. 4:** Synostóza lambového švu, zadná plagiocefália (Albright a spol., 1999)

**Synostóza lambového švu** – zadná plagiocefália. Je vzácnym typom kraniosynostózy, predstavuje iba 1-2 % všetkých kraniosynostóz. Nevyhnutné je odlíšiť ju od polohovej plagiocefálie (obr. 4).

**Syndromologická kraniosynostóza** – predčasne zrastené sú viaceré lebkové švy. Syndromologické kraniosynostózy sú podmienené geneticky. Najčastejšie sa vyskytujú ako súčasť Apertovho syndrómu, Crouzonovho syndrómu, Pfeiferovho syndrómu alebo Carpenterovho syndrómu.



**Obrázok č. 5:** Skafocefália, synostóza sagitálneho švu



**Obrázok č. 6:** Trigonocefália, synostóza metopického švu

## 2.3 Diagnostika

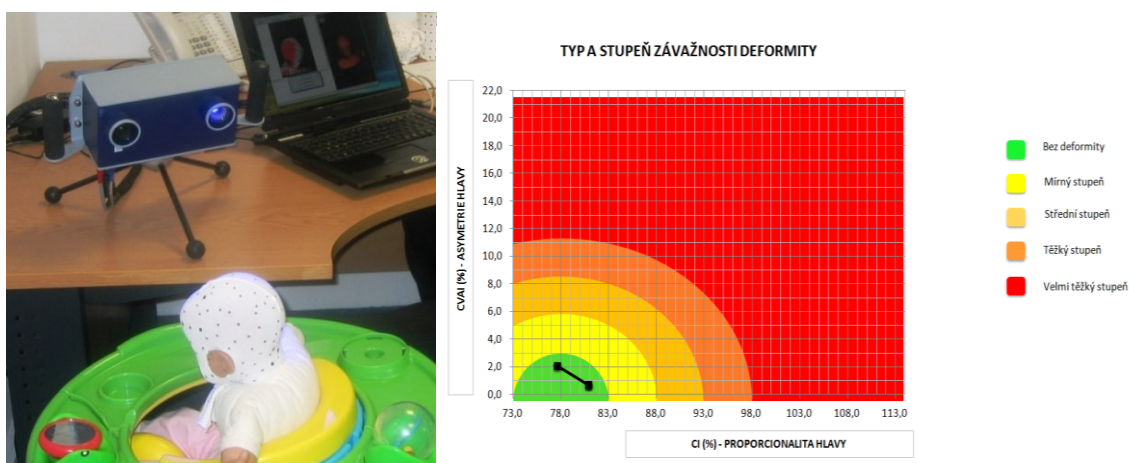
Diagnostika kraniosynostózy je založená dominantne na klinickom obraze, na vizuálnom a palpačnom vyšetrení hlavy dieťaťa. Predčasný uzáver jednotlivých lebkových švov vedie k typickým deformitám tvaru hlavy dieťaťa. Veľmi dôležitým aspektom je odlíšenie kraniosynostózy od polohovej deformity hlavy alebo mikrocefálie, čo je pre manažment dieťaťa s deformitou hlavy kľúčové. Vzhľadom k tomu sme na Neurochirurgickej klinike JLF UK a UNM prijali koncepciu komplexnej starostlivosti o deti s deformitami hlavy a bola zriadená Plagio ambulancia, na ktorej je každé dieťa s deformitou hlavy vyšetrené neurochirurgom, vrátane detí s polohovou deformitou hlavy. Až po vyšetrení dieťaťa neurochirurgom, ktorý sa danej problematike venuje, je v úzkej spolupráci s ortotikom určený ďalší liečebný postup. Dôležitým aspektom tejto koncepcie je skutočnosť, že „všetko sa realizuje pod jednou strechou“ (obr. 7).





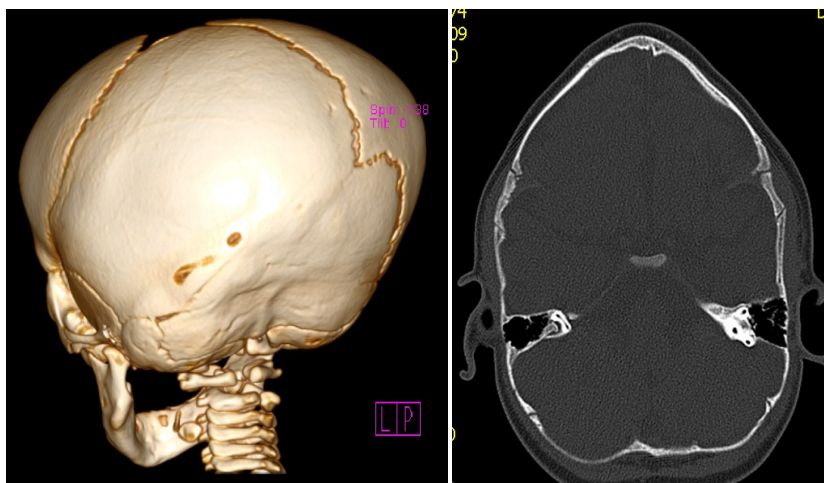
**Obrázok č. 7:** Orto-Protetika Martin s.r.o., Plagio ambulancia

Súčasťou vyšetrenia dieťaťa s deformitou hlavy je **antropometrické vyšetrenie**, realizovanie kranio-metrického skenu a výpočet kranio-metrických parametrov (obr. 8).



**Obrázok č. 8:** Kranio-metrický sken a výpočet kranio-metrických parametrov

V prípade jednoznačného klinického nálezu nie je na určenie diagnózy kraniosynostózy potrebné žiadne ďalšie vyšetrenie. V prípade diagnostickej neistoty sa realizuje RTG vyšetrenie lebky a CT vyšetrenie lebky s VRT rekonštrukciami (obr. 9, 10). V prípade syndromologickej kraniosynostózy sa realizuje okrem CT vyšetrenia aj MR vyšetrenie mozgu.

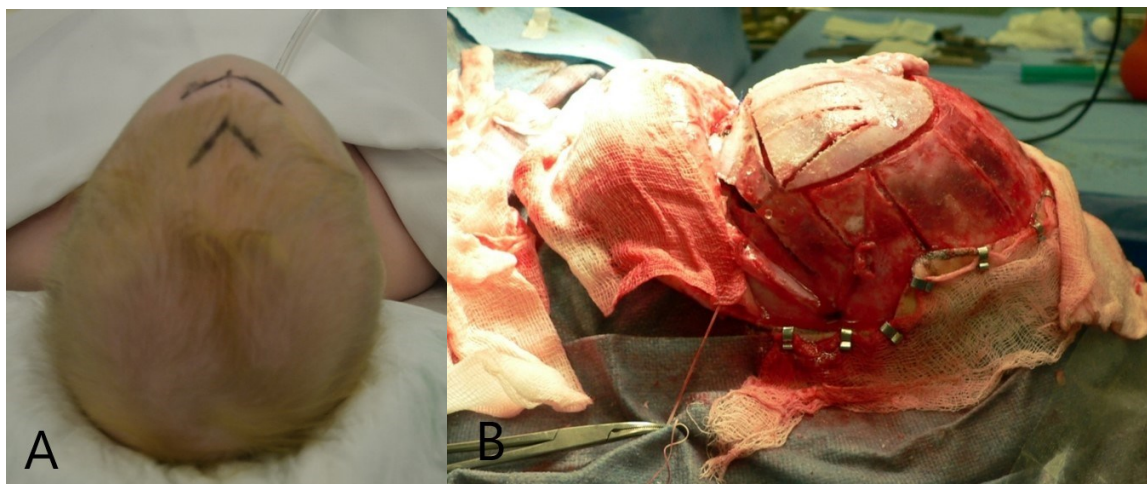


**Obrázok č. 9:** CT vyšetrenie lebky, VRT  
rekonštrukcia, synostóza lambdového švu

**Obrázok č. 10:** CT vyšetrenie lebky,  
trigonocefália

## 2.4 Liečba

Liečba kraniosynostózy je operačná. Cieľom operačnej liečby je úprava tvaru lebky a v prípade ťažkých foriem, hlavne syndromologických kraniosynostóz, je cieľom zabránenie sekundárnemu poškodeniu mozgu. V minulosti sa v rámci operačnej liečby kraniosynostózy používala iba **otvorená remodelačná technika**, ktorá je ale veľmi invazívna s nutnosťou skalpovania hlavy na veľkej ploche so značnými krvnými stratami. V súčasnosti sa čoraz častejšie využíva **endoskopická metóda s následnou remodelačnou liečbou kraniálnou ortézou**. Endoskopická liečba kraniosynostózy je menej invazívna a menej zaťažujúca pre dieťa, prítomné sú menšie krvné straty a operačné rany sú malé (obr. 11, 12). Endoskopickú liečbu kraniosynostózy je možné realizovať od 4. do 8. mesiaca veku dieťaťa. Vzhľadom k tomu je potrebné, aby pediater alebo detský neurológ pri podozrení na kraniosynostózu alebo inú deformitu hlavy odoslal dieťa čo najskôr na špecializované pracovisko.



**Obrázok č. 11:** Porovnanie invazívnosti endoskopickej a klasickej otvorenej remodelačnej operačnej liečby kraniosynostózy. A – prístup cez malú poloblúkovitú kožnú incíziu v dĺžke približne 3 cm lokalizovanú v hranici vlasovej časti lebky umožňuje s využitím kontroly endoskopom resekciu predčasne zrasteného metopického švu z minimálneho prístupu. B – rozsiahly prístup v rámci klasickej otvorenej remodelačnej operačnej liečby.



**Obrázok č. 12:** Dieťa s remodelačnou kraniálnou ortézou. Pooperačná ortézoterapia po endoskopickej operačnej liečbe kraniosynostózy.

### Zoznam použitej literatúry

ALBRIGHT AL, POLLACK IF, ADELSON PD. Principles and Practise of Pediatric Neurosurgery. Thieme 1999; New York, pp. 1296.

DEMPSEY RF, MONSON LA, MARICEVICH RS, TRUONG TA, OLARUNNIPA S, LAM SK, DAUSER RC, HOLLIER LH JR, BUCHANAN EP. Nonsyndromic Craniosynostosis. *Clin Plast Surg*. 2019 Apr;46(2):123-139.

GERETY PA, BASTA MN, FISCHER JP, TAYLOR JA. Operative Management of Nonsyndromic Sagittal Synostosis: A Head-to-Head Meta-analysis of Outcomes Comparing 3 Techniques. *J Craniofac Surg*. 2015 Jun;26(4):1251-7.

GOODRICH JT. *Neurosurgical Operative Atlas: Pediatric Neurosurgery*. Thieme 2008; New York: second edition, pp. 336.

GOVERNALE LS. Craniosynostosis. *Pediatr Neurol*. 2015 Nov;53(5):394-401.

JIMENEZ DF, BARONE CM, MCGEE ME, CARTWRIGHT CC, BAKER CL. Endoscopy-assisted wide-vertex craniectomy, barrel stave osteotomies, and postoperative helmet molding therapy in the management of sagittal suture craniosynostosis. *J Neurosurg Pediatrics* 2004;100 (5):407-417.

KAJDIC N, SPAZZAPAN P, VELNAR T. Craniosynostosis - Recognition, clinical characteristics, and treatment. *Bosn J Basic Med Sci*. 2018 May 20;18(2):110-116.

KOLAROVSKI B, LIPINA R, RICHTEROVÁ R, OPŠENÁK R. *Neurochirurgia v detskom veku*. In.: *Moderné trendy v detských chirurgických odboroch : 3. 1. vyd.* ISBN 978-80-7228-747-5. - Ostrava : Librex Publishing, 2019. - S. 280-388.

MEHTA VA, BETTEGOWDA CH, JALLO GI. The evolution of surgical management for craniosynostosis. *Neurosurg Focus* 2010; 29 (6): E5.

MUTCHNICK IS, MAUGANS TA. Nonendoscopic, minimally invasive calvarial vault remodeling without postoperative helmeting for sagittal synostosis. *J Neurosurg Pediatr*. 2012 Mar;9(3):222-7.

PANCHAL J, UTTCHIN V. Management of craniosynostosis. *Plast Reconstr Surg*. 2003 May;111(6):2032-48.

POLLACK I, LOSKEN H, FASICK P. Diagnosis and management of posterior plagiocephaly. *Pediatrics* 1997; 99: 180–185.

ROBINSON S, PROCTOR M. Diagnosis and management of deformational plagiocephaly. *J Neurosurg Pediatrics* 2009; 3: 284–295.

SAWH-MARTINEZ R, STEINBACHER DM. Syndromic Craniosynostosis. *Clin Plast Surg*. 2019 Apr;46(2):141-155.

SHAH MN, KANE AA, PETERSEN JD, WOO AS, NAIDOO SD, SMYTH MD. Endoscopically assisted versus open repair of sagittal craniosynostosis: the St. Louis Children's Hospital experience. *J Neurosurg Pediatrics* 2011;8:165-170.

TAYLOR JA, BARTLETT SP. What's New in Syndromic Craniosynostosis Surgery? *Plast Reconstr Surg*. 2017 Jul;140(1):82e-93e.

TEICHGRAEBER J, SEYMOUR-DEMPSEY K, BAUMGARTNER J, XIA JJ, WALLER AL, GATENO J. Molding helmet therapy in the treatment of brachycephaly and plagiocephaly. *J Craniofac Surg* 2004; 15: 118-123.

THWIN M, SCHULTZ TJ, ANDERSON PJ. Morphological, functional and neurological outcomes of craniectomy versus cranial vault remodeling for isolated nonsyndromic synostosis of the sagittal suture: a systematic review. *JBH Database System Rev Implement Rep*. 2015 Sep;13(9):309-68.

YARBROUGH CK, SMYTH MD, HOLEKAMP TF, RANALLI NJ, HUANG AH, PATEL KB, KANE AA, WOO AS. Delayed synostoses of uninvolved sutures after surgical treatment of nonsyndromic craniosynostosis. *J Craniofac Surg*. 2014 Jan;25(1):119-23.

### 3. POLOHOVÉ DEFORMITY HLAVY U DETÍ

Lebkové švy nie sú po narodení zrastené. Tento fakt je nevyhnutný pri prechode hlavičky cez pôrodné cesty, no zároveň je zodpovedný za zraniteľnosť detskej lebky pri pôsobení vonkajších síl. Zámerné tvarovanie hlavy sa dlhé roky praktizuje ako rituál v niektorých kultúrach. V súčasnosti sme sa nevedome, vďaka protektívnym programom detí (prevencia SIDS začiatkom 90. rokov 20. storočia Americkou pediatrickou akadémiou - odporúčanie polohovať deti na chrbát) zapojili do procesu deformovania tvaru hlavy u detí. Daňou za zníženie výskytu syndrómu náhleho úmrtia dojčiat (SIDS) je nové ochorenie, ktoré sa predtým nevyskytovalo.

Polohová abnormita tvaru hlavy u detí vzniká ako následok pôsobenia vonkajších síl v období rýchleho rastu lebky, v novorodeneckom a skorom dojčeneckom veku, v niektorých prípadoch aj prenatálne. Vonkajšiu silu predstavuje gravitačná sila pri polohe dieťaťa na chrbte, ktorá často so stranovou predilekciou vedie ku vzniku tvarovej asymetrie. Väčšinu polohových abnormít predstavuje v súčasnosti zadná polohová plagiocefália, ktorá môže byť jednostranná alebo obojstranná.

#### 3.1 Etiológia

Z hľadiska etiológie súvisí fixovaná poloha hlavy novorodenca s niektorými popôrodnými stavmi (napr. torticollis, kefalhematóm) alebo s popôrodnou traumou. Vyskytuje sa aj v súvislosti so stranovou predilekciou. Výskyt polohových deformít hlavy tiež súvisí s odporúčaním polohovať deti na chrbát ako prevencia syndrómu náhleho úmrtia dojčiat, ktoré sa v klinickej praxi uplatňuje od 90-tych rokov 20. storočia.

#### 3.2 Klasifikácia

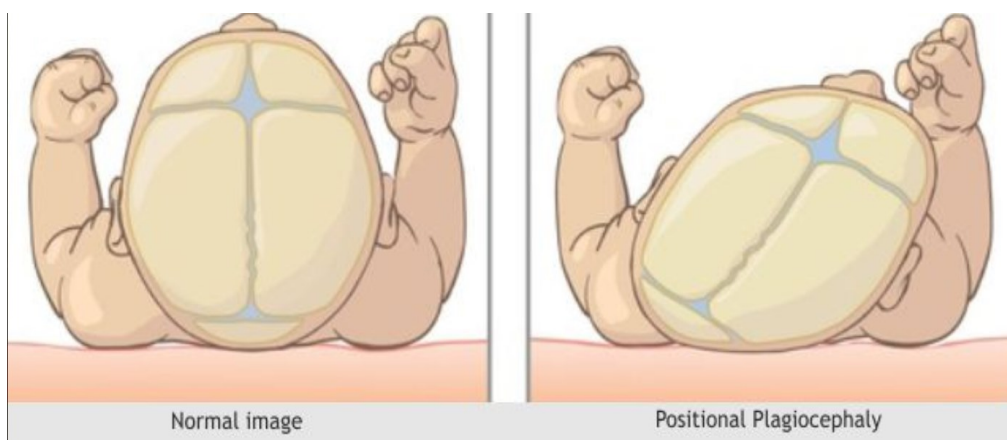
Polohové deformity hlavy u detí rozdeľujeme na nasledovné typy (obr. 1, 2):

1. Chyba symetrie
2. Chyba proporcionality
3. Kombinovaná chyba

**Chyba symetrie – polohová plagiocefália** – vyznačuje sa jednostranným sploštením záhlavovej krajiny, často s kompenzačným vyklenutím unilaterálnej čelovej krajiny a taktiež



asymetriou postavenia zvukovodov s posunom unilaterálneho zvukovodu dopredu. Hlava má paralelogramický tvar.



**Obrázok č. 1:** Normálny tvar hlavy (vľavo) a polohová plagiocefália (vpravo). Zdroj: <https://chrysallida.com/en/deformities/positional-plagiocephaly/>

**Chyba proporcionality – polohová brachycefália** – vyznačuje sa symetrickým sploštením v okcipitálnej krajine bez asymetrie vo frontálnej oblasti.

**Chyba proporcionality – dolichocefália** – ako polohová deformita je vzácna, typicky sa vyskytuje u predčasne narodených detí. Hlava je dlhá a úzka.

**Kombinovaná deformita** – brachycefália s pravostrannou / ľavostrannou plagiocefáliou – tzv. **asymetrická brachycefália**, pre ktorú je typická kombinovaná deformita v okcipitálnej oblasti, rast hlavy do šírky a výšky, rast čela na strane deformity, deformácia tvárovej časti a posun ucha na strane deformity dopredu.

### 3.3 Diagnostika

Stanovenie diagnózy polohovej deformity hlavy u detí patrí do kompetencie skúseného lekára, ktorý sa zaoberá tvarovými abnormitami detskej lebky, neurochirurga alebo kraniofaciálneho chirurga. Zásadné je **skoré klinické vyšetrenie** a následná indikácia k liečbe. Ideálny vek na prvé vyšetrenie dieťaťa je 2 – 4 mesiace.

Samotná diagnóza je často stanovená len na základe **anamnézy klinického vyšetrenia**. U pacientov s tvarovou abnormitou lebky je treba najskôr vylúčiť, či sa nejedná o kraniosynostózu. Vo väčšine prípadov stačí klinické a základné **antropometrické vyšetrenie**

alebo **vyšetrenie optickým skenerom**. Súčasťou vyšetrenia je výpočet kraniometrických parametrov a určenie typu a závažnosti deformity (obr. 3).

V prípade zadnej polohovej plagiocefálie má lebka typicky sploštenie v okcipitálnej krajine a je sprevádzaná posunutím unilaterálneho vnútorného zvukovodu dopredu. Vo frontálnej krajine je lebka vyklenutá na unilaterálnu stranu a sploštená kontralaterálne. Ďalšie vykľututie tak býva na kontralaterálnej strane temennej oblasti. Celkovo má lebka v axiálnej rovine rovnobežníkový tvar.

Pokiaľ z klinického nálezu nie sme schopní vylúčiť kraniosynostózu, je nutné doplnenie **rádiologického vyšetrenia**. Za účelom posúdenia stavu lebkových švov sa realizuje RTG snímka lebky a CT vyšetrenie lebky. V rámci CT vyšetrenia lebky je potrebné detailné posúdenie lebkových švov na submilimetrových rezoch v kostnom okne a 3D VRT rekonštrukcii. MR vyšetrenie sa v rámci diagnostiky polohovej deformity hlavy nepoužíva.



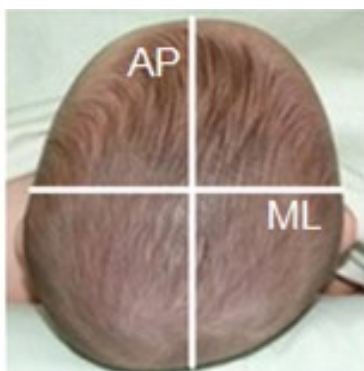
**Obrázok č. 2:** Rôzne tvary detskej hlavy. A – normocefália, B – plagiocefália, C – symetrická brachycefália, D – dolichocefália. Zdroj: <https://crowncityortho.com/cranial-remolding-helmets/>

### 3.4 Liečba

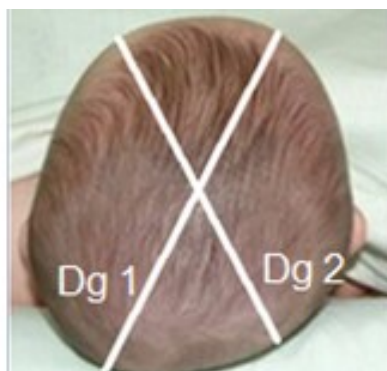
Dôležitým faktorom pre úpravu polohovej deformity u detí je skorý začiatok liečby. Rast hlavy je maximálny v prvom roku dieťaťa, následne už rastová dynamika výrazne klesá. Komplexná liečba vyžaduje medziodborovú spoluprácu pediatra, detského neurológa, fyzioterapeuta, neurochirurga a ortotika-protetika. Liečba polohovej plagiocefálie je možná pomocou polohovania, rehabilitácie, kraniálnou remodelačnou ortézou alebo kombináciou týchto metód.



**Polohovanie hlavičky** je prvým krokom pri objavení polohovej abnormality hlavy. Cieľom je nechať pôsobiť gravitačné sily v opačnom smere ako vznikla deformita. Polohovanie tak znamená ponechanie hlavičky na kontralaterálnej strane pri polohovej plagiocefalii alebo striedanie strán pri polohovej brachycefalii. V liečbe deformít hlavy sa u detí používajú aj špeciálne polohové vankúše, ktoré však predstavujú určité riziko pre bezpečný spánok dieťaťa.



Kraniálny index



Index diagonálnej asymetrie

$$CI = \frac{ML}{AP} \times 100 \quad [\%]$$

$$CVAI = \frac{Dg_1 - Dg_2}{Dg_2} \times 100 \quad [\%]$$

**Obrázok č. 3:** Výpočet kranio-metrických parametrov - kraniálneho indexu a indexu diagonálnej asymetrie

**Rehabilitačná liečba** je zameraná na úpravu svalového tonusu, stranovej asymetrie a torticollis. Zároveň je vykonávané polohovanie hlavičky dieťaťa a zmena polohy na bruško aspoň na 30 minút denne.

**Kraniálna remodelačná ortéza** je aktívnejším spôsobom liečby, ktorý znamená výrobu špeciálnej helmičky, ktorú dieťa nosí 23 hodín denne. Liečba umožňuje úpravu tvaru hlavičky v dobe cca 3-4 mesiace v prípade, že rehabilitácia a polohovanie neboli u dieťaťa úspešné. Dôležitý je skorý začiatok liečby – maximálne do jedného roku života. Dnešné ortézy sú tzv. pasívne, nepôsobia aktívnym tlakom na prominujúce miesta hlavy, ale len zamedzujú ďalší rast a tým vytvárajú expanzívny priestor v mieste sploštenej hlavy.

Vzdelávanie zamerané na správne polohovanie dieťaťa je účinné pri korekcii určitého stupňa deformity prakticky u všetkých detí s polohovou deformitou hlavy. Väčšina štúdií však

ukazuje, že správne vyrobená kraniálna ortéza koriguje asymetriu rýchlejšie a vo väčšej miere ako polohovanie. Platí to najmä v prípade, ak je deformácia závažná a ak sa ortézoterapia indikuje v správnom veku dieťaťa.

Neexistujú žiadne štandardizované kritériá týkajúce sa merania a kvantifikácie deformity alebo najvhodnejšieho časového okna na zahájenie ortézoterapie. Všeobecne však platí, že dojčatá so závažnejšou deformitou a dojčatá so skorou liečbou prilbou vykazujú lepšiu stupeň korekcie, až dokonca plnú normalizáciu tvaru hlavičky.

Konzervatívna liečba, ako je polohovanie a fyzioterapia, sa používa na liečenie miernej až strednej deformity u mladších dojčiat. Ortézoterapia je rezervovaná pre závažnejšie stupne deformity, u ktorých sa konzervatívnymi opatreniami nedosiahlo zlepšenie. Randomizované štúdie nepreukázali žiadny prínos ortézoterapie pri liečbe mierneho stupňa polohovej deformity hlavy.

Terapia remodelačnou ortézou je dôležitým nechirurgickým prístupom u detských pacientov s nesynostotickou plagiocefáliou. Jej účinnosť môže závisieť od určitých anatomických znakov. Kim a spol. (2019) vo svojej práci retrospektívne analyzoval účinky terapie prilbou podľa veľkosti prednej fontanely dieťaťa. Autor štúdie vychádzal z predpokladu, že veľkosť prednej fontanely môže zohrávať úlohu pri výsledkoch ortézoterapie, nakoľko sa predná fontanela počas prvých dvoch mesiacov života dieťaťa zväčšuje a po tomto období sa zmenšuje. Preto sa môže predná fontanela považovať za index rastu lebky v prenatalnom období a v skorom období po narodení. V dôsledku toho môže ovplyvniť výsledky liečby kraniálnou ortézou. Zahájenie ortézoterapie vo veku 12 - 23 týždňov malo lepšie výsledky ako v prípadoch, kedy bola ortézoterapia začatá po 24 týždňoch. V terapeutických účinkoch neboli v závislosti od pohlavia žiadne rozdiely. Väčšia veľkosť prednej fontanely viedla k lepším výsledkom liečby prilbou pre väčší potenciál remodelingu. Preto veľkosť prednej fontanely by mohla byť dôležitým prognostickým faktorom na odhadovanie výsledkov liečby kraniálnou ortézou.

Liečba prilbou, ktorú zaviedli Clarren a spol. (1979) je témou množstva vedeckých štúdií. Xia a spol. (2008) uviedli, že liečba prilbou je užitočná pre dojčatá staršie ako 6 mesiacov s miernou alebo strednou kraniofaciálnou asymetriou. Kluba a spol. v roku 2011 vo svojej práci konštatovali, že u dojčiat s polohovou deformitou hlavy je potrebné začať s ortézoterapiou pred dosiahnutím veku 5 - 6 mesiacov. Aihara a kol. (2014) dosiahli uspokojivé výsledky u dojčiat vo veku od 4 do 6 mesiacov. V roku 2012 Yong Oock Kim

a spol. uvádzajú horšie výsledky terapie prilbou u dojčiat, u ktorých začali liečbu po dosiahnutí veku 9 mesiacov a s trvaním liečby menej ako 8 mesiacov. Wendling-Keim a kol. (2019) vo svojej štúdii uviedli, že u pacientov s malými prednými fontanelami, a teda s nižším potenciálom remodelingu, bola liečba prilbou účinnejšia ako fyzioterapia. Napriek určitým nezhodám sa väčšina štúdií zhoduje v názore, že terapia kraniálnou remodelačnou ortézou je účinná na zlepšenie a prevenciu progresie plagiocefálie. Terapia prilbou prináša lepšie výsledky u dojčiat s väčšou prednou fontanelou. Terapia prilbou je efektívnejšia na korekciu deformít zadnej časti lebky ako predných deformít a je účinnejšia, ak sa liečba začína vo veku od 3 do 5 mesiacov. Lepšie výsledky ortézoterapie v prvých mesiacoch života súvisia s väčším rozmerom prednej fontanely u mladších detí.

### **Zoznam použitej literatúry**

AIHARA Y, KOMATSU K, DAIROKU H, KUBO O, HORI T, OKADA Y. Cranial molding helmet therapy and establishment of practical criteria for management in Asian infant positional head deformity. *Childs Nerv Syst.* 2014;30:1499–1509.

CLARREN SK, SMITH DW, HANSON JW. Helmet treatment for plagiocephaly and congenital muscular torticollis. *J Pediatr.* 1979;94:43–46.

COHEN ALAN R. *Pediatric Neurosurgery, Tricks of the Trade*, New York : Thieme Medical Publishers, 2016. pp. 913 . ISBN 978 1 60406 869 6.

GRAHAM T. Journal of Clinical Medicine: Effects of Initial Age and Severity on Cranial Remolding Othotic Treatment for Infants with Deformational Plagiocephaly. *J Clin Med*, 2019. 2019;8(8):1097.

KIM DG. Journal of Clinical Medicine: Effects of Helmet Therapy Relative to the Size of the Anterior Fontanelle in Nonsynostotic Plagiocephaly: A Retrospective Study. *J Clin Med*, 2019. 2019;8(11):1977.

KIM HY, CHUNG YK, KIM YO. Effectiveness of helmet cranial remodeling in older infants with positional plagiocephaly. *Arch Craniofac Surg.* 2014;15:47–52.

KLUBA S, KRAUT W, REINERT S, KRIMMEL M. What is the optimal time to start helmet therapy in positional plagiocephaly. *Plast Reconstr Surg* 2011;128:492–498.

KOLAROVSKI B, LIPINA R. *Zdravo rásť. - : 1. vyd.* ISBN 978-80-570-1463-8. - Banská Bystrica: Klub priateľov Detskej nemocnice v Banskej Bystrici, 2019. - S. 251-254.

KOLAROVSKI B, LIPINA R, RICHTEROVÁ R, OPŠENÁK R. Neurochirurgia v detskom veku. In: Dragula a kol.: Moderné trendy v detských chirurgických odboroch : 3. - : 1. vyd. ISBN 978-80-7228-747-5. - Ostrava : Librex Publishing, 2019. - S. 280-388

MORTENSON P, STEINBOK P. SMITH D. Deformational plagiocephaly and orthotic treatment: Indications and limitations. Childs Nerv. Syst. 2012, 28, 1407–1412.

VAN WIJK RENSKÉ Helmet therapy in infants with positional skull deformation: randomised controlled trial. [online]. BMJ, 2014. 348 s. Dostupné na internete: <<https://www.bmj.com/content/348/bmj.g2741>>.

WENDLING – KEIM DS. A new parameter for the management of positional plagiocephaly: the size of the anterior fontanelle matters. Childs Nerv Syst. 2020 Feb;36(2):363-371.

XIA JJ, KENNEDY KA, TEICHGRAEBER JF, WU KQ, BAUMGARTNER JB, GATENO J. Nonsurgical treatment of deformational plagiocephaly: A systematic review. Arch. Pediatr. Adolesc. Med. 2008;162:719–727.

#### **Internetové zdroje**

<https://chrysallida.com/en/deformities/positional-plagiocephaly/>

<https://www.bmj.com/content/348/bmj.g2741>

## 4. PÔRODNÁ TRAUMA NERVOVÉHO SYSTÉMU A HLAVY U NOVORODENCOV

### 4.1 Základná charakteristika

Pôrodná trauma novorodenca predstavuje porušenie štruktúry alebo funkcie tkanív a orgánov novorodenca v úzkej príčinnej súvislosti s pôrodom. Vzniká v dôsledku pôsobenia mechanických síl, najčastejšie kompresie a trakcie počas pôrodu. V niektorých prípadoch môže byť pôsobenie mechanickej sily kombinované s ischemizáciou tkanív. Snahou gynekológa-pôrodníka je minimalizovať riziko vzniku pôrodnej traumy novorodenca, nie vždy to však je možné, obzvlášť počas problematických pôrodov.

Pôrodná trauma novorodencov sa vyskytuje približne v 7 – 10 prípadoch na 1000 živonarodených detí. Za ostatné desaťročia došlo nielen k poklesu mortality pôrodných poranení novorodencov, ale súčasne sa významne znížil aj ich celkový výskyt. Prispelo k tomu významné zlepšenie perinatologickej starostlivosti o dieťa s možnosťou detailnejšieho monitoringu plodu a implementáciou získaných poznatkov do rozhodovacieho klinického procesu. Definovanie rizikových faktorov následne umožňuje zmeniť stratégiu vedenia pôrodu a v prípade potreby pred vaginálnym pôrodom preferovať pôrod cisárskym rezom. Dôležité je poznamenať, že do skupiny pôrodnej traumy sa u novorodencov nezaraďujú poranenia plodu pri amniocentéze, intrauterinnej transfúzii a poranenia súvisiace s resuscitáciou novorodenca. Poranenia, ktoré vznikli v súvislosti s monitoringom plodu počas pôrodu sa do kategórie pôrodnej traumy zahŕňajú. Vo všeobecnosti majú pôrodné poranenia novorodencov dobrú prognózu, ktorá však závisí od viacerých rizikových faktorov.

Medzi ***rizikové faktory pôrodnej traumy u novorodencov*** patria:

1. pôrod prvorodičky, prolongovaný pôrod, náhly pôrod
2. abnormality panvy alebo celkovej konštitúcie matky, kefalo-pelvický nepomer
3. pôrod hypertrofického novorodenca, fetálna makrosómia
4. hlboký priečny stav, oligohydramnion
5. abnormálna veľkosť hlavičky plodu
6. inštrumentálny pôrod – hlavne použitie forcepsu alebo vákuumextraktora
7. abnormálne polohy, najmä poloha panvovým koncom
8. nízka pôrodná hmotnosť novorodenca (pod 2500 g) alebo extrémna prematurita
9. fetálne anomálie vrátane vrodených vývojových chýb

## 4.2 Etiológia

Telo plodu je počas pôrodu vystavené kontrakciám svalov maternice, intraabdominálnemu tlaku matky a prechodu úzkymi pôrodnými cestami. Samotný pôrod predstavuje z fyzikálneho hľadiska pôsobenie rôznych mechanických síl - kompresie, kontrakcie, torzie a trakcie. Nemenej podstatná je aj hypoxia plodu, ktorá sama, alebo v pôsobení s mechanickými silami môže spôsobiť vznik pôrodného poranenia novorodenca. Nevyhnutnosť použitia inštrumentária počas pôrodu zvyšuje mieru pôsobenia mechanických síl na plod a môže viesť ku vzniku pôrodnej traumy. Indikácia pôrodu cisárskym rezom môže za určitých okolností predstavovať určitú prevenciu pôrodnej traumy novorodenca, avšak pôrod bez poranenia automaticky nezaručuje.

## 4.3 Rozdelenie pôrodnej traumy novorodencov

Z hľadiska vzniku pôrodného poranenia je najviac riziková naliehajúca, neskôr vedúca časť plodu, ktorou býva pri vaginálnom pôrode vo väčšine prípadov hlavička. Ide však najmä o povrchové poranenia mäkkých pokrývok hlavy. Pre intrakraniálne poranenia je riziková aj poloha plodu panvovým koncom. Pri dystokii ramienok, predovšetkým pri pôrode hypertrofikých plodov, vznikajú často zlomeniny klavikuly so súčasným poranением brachiálneho plexu.

Medzi **pôrodné poranenia novorodencov** zaraďujeme:

1. **poranenia mäkkých tkanív** - erytém, abrázie, ekchymózy, lacerácie, petechie, podkožná tuková nekróza, subgaleálny hematóm, caput sukcedaneum, poranenia nosa a ušnic,
2. **poranenia lebky** - kefalfematóm, lineálne fisúry, impresívne a „pingpongové“ fraktúry,
3. **intrakraniálne poranenia** – epidurálny a subdurálny hematóm, subarachnoidálne krvácanie, intracerebrálny a intraventriculárny hematóm, poranenia hlavových nervov, mozgová venózna trombóza, poranenie predĺženej miechy, ,
4. **poranenia tvárovej časti** – zlomeniny sánky a nosovej chrupavky, subkonjunktiválne a retinálne krvácanie,
5. **muskuloskeletálne poranenia** - zlomeniny klavikuly a dlhých kostí, epifyzeolýzy, poranением sternocleidomastoideus,

6. ***intraabdominálne poranenia*** - ruptúra sleziny, krvácanie do nadobličiek, subkapsulárny hematóm pečene a obličiek, torzia testis, perforácia hrubého čreva,
7. ***poranenia periférnych nervov a miechy*** - poranenie plexus brachialis a lumbosacralis, poranenie n. radialis, paréza n. phrenicus, intraspínálny hematóm a trakčné poranenie miechy, unilaterálna paréza hlasiviek.

#### 4.4 Klinický obraz

Bezprostredne po pôrode pediater alebo neonatológ realizuje prvé klinické vyšetrenie novorodenca, ktoré môže preukázať prítomnosť pôrodnej traumy. K najzávažnejším príznakom pôrodného poranenia novorodenca patria: poruchy dýchnia (apnoe), poruchy krvného obehu (systémová artériová hypotenzia, šok, poruchy vazomotoriky), poruchy prekrvenia kože (akrocyanóza, bledosť, termolabilita), prejavy bolesti, prejavy multiorgánovej dysfunkcie (diseminovaná intravaskulárna koagulopatia, zlyhanie obličiek, pečene), prejavy poškodenia centrálného nervového systému, neurologické príznaky (nadmerná dráždivosť, kŕče, apatia, hypotonus, lateralizácia reflexov, prítomnosť patologických reflexov). Niektoré typy pôrodných poranení sa klinicky prejavia až s odstupom niekoľkých hodín alebo dní. Nevyhnutné je preto dôsledné klinické aj neurologické vyšetrenie dieťaťa aj v následnom skorom popôrodnom období (rozpoznanie, resp. vylúčenie ďalšej pôrodnej traumy).

#### 4.5 Diagnostika

Najdôležitejším prvotným vyšetrením novorodenca je ***klinické vyšetrenie***, v rámci ktorého sa pátra po príznakoch eventuálneho pôrodného poranenia. Využitie ďalších ***laboratórnych a zobrazovacích metód*** je závislé od typu pôrodného poranenia, ktoré je potvrdené alebo predpokladané na základe klinického vyšetrenia dieťaťa.

V rámci skríningu sa u novorodenca realizuje vyšetrenie mozgu transkraniálnou sonografiou, ktorá môže zobrazíť buď vrodenú vývojovú chybu mozgu, alebo pôrodnú traumy v intrakraniálnom priestore. V prípade podozrenia na poranenie brucha sa realizuje prvotne sonografické vyšetrenie brušnej steny a brušnej dutiny, pri podozrení na poranenie hrudníka sa vykonáva sonografické a RTG vyšetrenie hrudníka. Podľa nálezu sa následne môže doplniť CT vyšetrenie. V prípade, ak sonografické vyšetrenie mozgu preukáže patologický nález v intrakraniálnom priestore, dopĺňa sa buď CT alebo MR vyšetrenie mozgu. Ak je podozrenie na poranenie nervových sietí a periférnych nervov dopĺňa sa EMG vyšetrenie. Dôležité je si

uvedomiť, že ***základnou podmienkou správneho manažmentu pôrodnej traumy novorodenca je jej skorá diagnóza.***

#### **Prehľad pôrodných poranení nervového systému a hlavy u novorodencov**

Pôrodné poranenia hlavy a nervového systému u novorodencov môžeme rozdeliť na dve kategórie – ***povrchové poranenia*** a ***poranenia hlbokých štruktúr***. Povrchové poranenia si vo väčšine prípadov nevyžadujú liečebný zásah a v priebehu niekoľkých dní sa spontánne zhoja. Prognóza a manažment poranenia hlbokých štruktúr závisí od rozsahu a lokalizácie poranenia. Niektoré sa zhoja spontánne, iné si môžu vyžadovať liečebnú, niekedy aj chirurgickú, intervenciu. V najťažších prípadoch môže závažné pôrodné poranenie novorodenca viesť ku vzniku trvalého neurologického deficitu až smrti dieťaťa, preto sa pôrodná trauma novorodenca nesmie nikdy podceňovať.

#### **4.6 Poranenia mäkkých pokrývok a tvaru hlavy**

Pôrodné poranenia mäkkých pokrývok hlavy novorodenca predstavujú vo väčšine prípadov nezávažné následky pôsobenia mechanických pôrodných síl na hlavu novorodenca, alebo sa môžu vyskytnúť ako následok fetálneho monitoringu. Komplikácie monitoringu sú veľmi zriedkavé, ak sa aj vyskytnú, najčastejšie ide o drobné krvácanie, infekciu či malý absces.

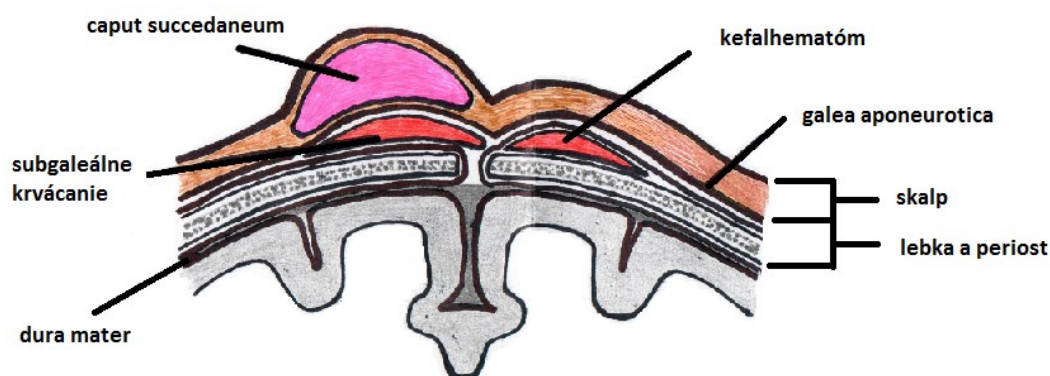
**Petechie a ekchymózy** sa vyskytujú najčastejšie na hlave, krku a na hrudníku. Zväčša vymiznú spontánne do 3-4 dní. V prípadoch s väčším rozsahom petechií sa odporúča vylúčiť trombocytopéniu alebo trombocytopatiu.

**Abrázie a lacerácie** môžu v ojedinelých prípadoch vzniknúť po poranení skalpelom počas pôrodu cisárskym rezom, alebo pri inštrumentálnom pôrode. Väčšina týchto poranení sa bez problémov zhojí, len občas môže byť hojenie komplikované infekciou. Liečba spočíva v sterilnom krytí rany, observácii a v prípade potreby v podávaní lokálnych, prípadne systémových antibiotík. Lacerácie je niekedy potrebné chirurgicky ošetriť sutúrou.

**Podkožná tuková nekróza** sa môže vyskytnúť na tele novorodenca v dôsledku pôsobenia tlaku počas pôrodu. Väčšinou sa nezistí hneď po pôrode, alebo môže byť bezprostredne po pôrode prítomné iba povrchové začervenanie, ktoré sa stane rozpoznateľným až po demarkácii nekrózy. Spravidla má nekróza nepravidelný tvar, je tvrdá na dotyk, ťažko stlačiteľná a prekrytá lesklou, červenofialovou kožou.



**Caput succedaneum** je podkožné, extraperiostálne presiaknutie tkanív až kolekcia sérosangvinolentnej tekutiny(obr. 1). Typicky sa vyskytuje na mieste naliehania plodu.Podmienená je tlakom naliehajúcej časti plodu oproti dilatovanému krčku pôrodných ciest. Vzniká len po vaginálnom pôrode hlavičkou. Charakteristická je tým, že nemá ostré hranice, presahuje stredovú líniu aj lebkové švy a je spojená so zmenou tvaru lebky. Priebeh je väčšinou nekomplikovaný. Väčšinou ustúpi spontánne počas niekoľkých dní.



**Obrázok č. 1:** Schématické znázornenie neonatálnych extrakraniálnych poranení  
(Richterová, 2019)

**Deformácia tvaru lebky** býva prítomná často po vaginálnom pôrode v dôsledku nadmerného tlaku z kontrakcií maternice a pôrodného kanála na poddajné štruktúry hlavičky novorodenca. Aj za fyziologických podmienok sa hlava novorodenca pri zostupovaní pôrodnými cestami mierne valcovito deformuje. Pri úzkom pôrodnom kanáli vzniká nadmerná deformácia hlavy, okraje lebkových kostí sa presúvajú cez seba. Pri závažnejších deformáciách sa môžu poraniť aj mozgové obaly a mozgové tkanivo so vznikom hemoragických kontúzií mozgu alebo pôrodných extraaxiálnych úrazových hematémov v intrakraniálnom priestore. Ľahké deformácie tvaru hlavy, ktoré sú prítomné vo väčšine prípadov, si chirurgickú intervenciu nevyžadujú a spontánne sa upravujú v priebehu niekoľkých hodín až dní.

**Subgaleálny hematóm** je krvácanie do priestoru medzi *galea aponeurotica* skalpu a periost(obr.1). Vzniká najčastejšie pri inštrumentovanom pôrode, napríklad pri použití

vákuumextraktora alebo klieští. Diagnostika vychádza z posúdenia lokálneho klinického nálezu (prítomnosť fluktuácie ponad celú kalvu – vrátane temporálnych oblastí a záhlavia) a z údajov o priebehu pôrodu. V klinickom obraze sa subgaleálny hematóm manifestuje v priebehu niekoľkých hodín po pôrode, pri rozsiahlejších krvácaniach môže byť prítomný hneď po pôrode. Prítomný je opuch mäkkých pokrývok hlavy.

Vzhľadom na poddajnosť a elasticitu mäkkých pokrývok hlavy novorodenca je potenciálny priestor medzi galeou a periostom veľký, môže preto dôjsť aj k výraznejším krvným stratám a následne k rozvoju významnej anémie. Následne sa vyvinie závažnejšia hyperbilirubinémia, ktorá si vyžaduje liečbu fototerapiou. Z dôvodu možných značných krvných strát je potrebné dôsledné monitorovanie krvného obrazu, koncentrácie bilirubínu a hemokoagulácie. Samotný subgaleálny hematóm vo väčšine prípadov nevyžaduje chirurgické riešenie, postačuje režim observácie. Dôležitá je liečba možných komplikácií, hlavne adekvátne korekcia anémie a uplatnenie preventívnych postupov s cieľom zabrániť rozvoju hemoragického šoku u dieťaťa.

#### **4.7 Poranenia lebky**

Do tejto kategórie pôrodných poranení patrí krvácanie pod periost lebkových kostí – kefalhematóm, fisúry a fraktúry kostí lebky, vrátane impresívnych a „pingpongových“ fraktúr. Zaradujeme sem aj okcipitálnu osteodiasťazu.

**Kefalhematóm** je subperiostálna kolekcia krvi, ktorá vzniká po poranení ciev medzi kosťou lebky a periostom (obr. 1, 2). Ide o krvácanie z jednej lebkovej kosti, preto lebkové švy tvoria hranice krvácania. Ostré ohraničenie lézie nad jednou lebkovou kosťou je podmienené pevným spojením periostu k lebkovým švom. Práve táto skutočnosť pomáha odlíšiť kefalhematóm od subgaleálneho krvácania, alebo odcaput succedaneum. Najčastejšie sa kefalhematóm vyskytuje unilaterálne nad parietálnou alebo okcipitálnou kosťou. Niekedy sa kefalhematóm vyskytuje aj bilaterálne, väčšinou pri parietálnej lokalizácii (obr. 2). V klinickom obraze je prítomná fluktuácia na hlave novorodenca rozsahovo viazaná na konkrétnu lebkovú kosť s ohraničením v mieste lebkových švov. Rozsiahlejšie kefalhematómy môžu spôsobiť anémiu a následne pri vstrebaní hematómu hyperbilirubinémiu. Vo väčšine prípadov sa kefalhematóm v priebehu niekoľkých týždňov spontánne resorbuje. Ďalším možným vývojom kefalhematómu je jeho kalcifikácia, osifikácia

so vznikom deformity lebky dieťaťa. V prípade, že dôjde k infekcii hematómu, táto môže spôsobiť osteomelitídu alebo rozvoj meningitídy.



**Obrázok č. 2:** Dieťa s rozsiahlym bilaterálnym parietálnym kefalhematómom. A – fotografia hlavy pred operáciou, B – fotografia hlavy na konci operačného výkonu (evakuácia hematómov cez malé kožné incízie), C – fotografia hlavy po ukončení nosenia elastickej bandáže po operácii, úprava tvaru hlavy.

V rámci diagnostiky kefalhematómu je prvoradé **klinické vyšetrenie a fyzikálny nález** na hlavičke novorodenca. Zo spektra pomocných zobrazovacích vyšetrení sa využíva **ultrasonografia**, ktorá umožňuje objektivizovať rozsah hematómu a posúdiť konzistenciu obsahu hematómu. Pomocou sonografického vyšetrenia môžeme sledovať dynamiku rozsahu hematómu, jednak môžeme posúdiť, či má hematóm tendenciu ku kolikvácii a následnej spontánnej resorpcii, alebo sa skôr vyvíja smerom k organizácii a následnej kalcifikácii. Práve sledovanie dynamiky kefalhematómu má veľký význam pri zvažovaní eventuálnej chirurgickej intervencie. V prípade, že sa u novorodenca s kefalhematómom objaví neurologická symptomatológia, realizuje sa CT vyšetrenie lebky – dôležité je vylúčiť zlomeninu lebkovej kosti, kontúzie mozgového tkaniva a intrakraniálne krvácanie.

Vo väčšine prípadov kefalhematómov sa volí prvotne **režim observácie**. Ideálna je kombinácia posúdenia kefalhematómu a jeho dynamiky fyzikálnym vyšetrením a pomocou ultrasonografie. Väčšinou sa kefalhematóm spontánne resorbuje v priebehu niekoľkých týždňov. U rozsiahlych kefalhematómov, u ktorých sa nedá predpokladať spontánne vstrebanie hematómu, sa indikuje buď **perkutánnu aspiráciu kolikvovaného hematómu**,

alebo **evakuácia hematómu z minimálnej kožnej incízie** (obzvlášť v prípadoch neúplnej kolikvácie hematómu s prítomnosťou sonograficky potvrdených krvných koagúl). Dôležitým aspektom je rozpoznať, kedy sa dá očakávať spontánna resorpcia hematómu, a kedy bude vývoj hematómu smerovať skôr ku kalcifikácii a osifikácii. Po kompletnej osifikácii kefalhematómu vzniká totiž na hlave deformita, ktorá môže dlhodobo pretrvávať, pričom pod ňou nastáva resorpcia pôvodnej lebkovej kosti. Osifikovaný kefalhematóm potom môže v prípade väčšieho rozsahu, negatívne ovplyvňovať formovanie celkového tvaru hlavy dieťaťa a môže viesť ku vzniku polohovej deformity hlavy dieťaťa. V prípadoch kalcifikovaných kefalhematómov, ktoré zapríčiňujú deformitu lebky, sa realizuje **CT vyšetrenie lebky** aj s 3D VRT rekonštrukciou, po ktorom sa zväčša indikuje operačný výkon. Operačná liečba osifikovaného kefalhematómu spočíva v **chirurgickom odstránení osifikovaného kefalhematómu a hyperostózy**. Vzhľadom k tomu, že daný operačný výkon je pre dieťaťu pomerne invazívny, najdôležitejším aspektom manažmentu detí s kefalhematómom je skoré realizovanie evakuácie kefalhematómu v indikovaných prípadoch (aspiráciou, evakuáciou cez malú kožnú incíziu) ešte pred kalcifikáciou a osifikáciou hematómu. K správne mu indikačnému rozhodnutiu pomáha hodnotenie kefalhematómu fyzikálnym vyšetrením a ultrasonografiou. Dieťa s rozsiahlejším kefalhematómom by malo byť vyšetrené a sledované detským chirurgom alebo neurochirurgom.

**Zlomeniny lebky** vznikajú pôsobením výraznejších mechanických síl počas pôrodu, najčastejšie pri inštrumentovanom pôrode forcepsom. Najčastejšie sa vyskytujú lineárne subperiostálne zlomeniny, ktoré sa prejavujú subperiostálnym krvácaním. **Lineárne zlomeniny (fisúry, praskliny)** lebky si nevyžadujú chirurgickú intervenciu. Druhou skupinou zlomenín lebky u novorodencov sú **impresívne zlomeniny**, ktoré sú ale podstatne zriedkavejšie ako praskliny. Väčšinou majú impresívne zlomeniny charakter tzv. **pingpongovej zlomeniny** – ide o vpáčenie poddajnej lebkovej kosti novorodenca dovnútra (obr. 3). Názov je odvodený podľa vpáčania pingpongovej loptičky pri jej stlačení. Zlomeniny lebky môžu, ale nemusia, byť spojené s poúrazovými zmenami v intrakraniálnom priestore – kontúzie a lacerácie mozgového tkaniva, narušenie integrity mozgových obalov, poúrazové subarachnoidálne krvácanie, epidurálny a subdurálny hematóm. V prípade podozrenia na zlomeninu sa realizuje RTG a USG vyšetrenie lebky. V prípadoch impresívnych a trieštivých zlomenín sa realizuje CT vyšetrenie lebky a mozgu s cieľom definovať rozsah a charakter zlomeniny a eventuálnych poúrazových zmien v intrakraniálnom priestore. Niektoré

zlomeniny lebky si vyžadujú operačné riešenie. Ďalší typom zlomeniny lebky je tzv. ***rastúca zlomenina („growing fracture“)*** kalvy. Pri tomto type zlomeniny je narušená integrita tvrdej mozgovej pleny. Cez léziu dura mater sa prenášajú pulzácie likvoru, vykleňuje sa arachnoidea a následne vzniká leptomeningeálna cysta, čo vedie k rozostupu okrajov defektu. Tento typ zlomeniny s rozvojom leptomeningeálnej cysty si vyžaduje operačné riešenie, realizuje sa plastika dura mater a fixácia okrajov kosti.



**Obrázok č. 3:** CT vyšetrenie mozgu – pingpongová zlomenina kalvy (Brittain C a spol.2012)

**Okcipitálna osteodiasťáza** patrí k veľmi vzácnym pôrodným poraneniam. Pri tomto type poraneniadochádza ku oddeleniu a posunu v mieste synchondrózy medzi bazálnou a skvamóznou časťou okcipitálnej kosti. Vzniká ruptúratentória s poranením sinus transversus, infratentoriálny epidurálny hematóm, kontúzie mozočka a môže sa vyvinúť až kompresia mozgového kmeňa. Vyskytuje sa najmä pri pôrode panvovým koncom.

#### **4.8 Intrakraniálne poranenia**

Do tejto skupiny zaraďujeme intrakraniálne krvácania, ložiskové poranenia mozgu a venóznou trombózu mozgových žíl.

##### **4.8.1 Intrakraniálne krvácania**

Intrakraniálne krvácania sa vyskytujú častejšie v skupine predčasne narodených novorodencov, avšak môžu sa vyskytnúť aj u zrelých termínových novorodencov - obzvlášť

v prípade ťažkého, protrahovaného a inštrumentovaného pôrodu. Intrakraniálne krvácania môžeme rozdeliť na **spontánne a pourazové**.

Medzi **rizikové faktory vzniku intrakraniálneho krvácania** patria prematurita, hypoxicko-ischemické poškodenie mozgu, hypoperfúzia s následnou reperfúziou, infarkt mozgu, narušenie hemostázy u novorodenca, pôsobenie neadekvátnych fyzikálnych síl na hlavičku novorodenca, vrodená intrakraniálna arachnoidálna cysta, cievne anomálie, malformácia vena Galeni, neuroinfekcia v intrakraniálnom priestore.

Intrakraniálne krvácanie môže byť už prvotne diagnostikované v rámci skíningového vyšetrenia mozgu **transkraniálnou ultrasonografiou**. V ostatných prípadoch sa realizuje sonografické vyšetrenie mozgu buď v situáciách, kedy na základe prítomnosti rizikových faktorov môžeme predpokladať vznik intrakraniálneho krvácania, alebo v prípadoch vyjadrenia neurologickej symptomatológie v klinickom obraze. V prípade, že sonografické vyšetrenie mozgu potvrdí prítomnosť intrakraniálneho krvácania, realizuje sa buď **CT vyšetrenie** alebo **MR vyšetrenie mozgu**. V urgentných prípadoch sa vzhľadom na lepšiu časovú dostupnosť vykonáva CT vyšetrenie mozgu, inak sa preferuje MR vyšetrenie mozgu (neprítomnosť záťaže ionizujúcim žiarením, detailnejšie posúdenie mozgu).

V rámci konzervatívnej liečby intrakraniálneho krvácania sa korigujú poruchy hemostázy, podľa miery anémie sa podáva transfúzia, aplikujú sa celkovo hemostyptiká a korigujú sa poruchy vnútorného prostredia. Súčasťou manažmentu novorodenca s intrakraniálnym krvácaním je **neurochirurgické vyšetrenie**. Na základe rozsahu, lokalizácie a expanzivity krvácania sa neurochirurg vyjadří k nutnosti operačného výkonu. V prípade, že to intrakraniálny nález umožňuje, preferuje sa režim **observácie** s prísnyim monitoringom dynamiky intrakraniálneho priestoru pomocou transkraniálnej sonografie vrátane dopplerovskej sonografie s posúdením mozgovej cirkulácie. V prípade rozsiahlych krvácaní s nutnosťou **operačnej liečby** sa realizuje evakuácia hematómu a oštenie zdroja krvácania.

**Epidurálny hematóm** je krvácanie do priestoru medzi lebkovú kosť a tvrdú mozgovú plenu. U novorodencov býva prítomný hlavne pri zlomenine lebky. V tejto vekovej kategórii je najčastejším zdrojom epidurálneho krvácania spongióza lebkovej kosti pri zlomenine alebo poranenie žilového splavu. Klinická manifestácia epidurálneho hematómu je rôznorodá a závisí od jeho objemu, expanzívnych prejavov a lokalizácie. Môže viesť k rozvoju príznakov intrakraniálnej hypertenzie alebo neurologického deficitu. Väčšina prípadov epidurálnych hematómov má malý objem bez expanzívnych prejavov, nevyžaduje operačnú liečbu

a spontánne sa vstrebe. V prípade nutnosti evakuácie epidurálneho hematómu sa u novorodencov preferuje menej invazívny prístup, t.j. evakuácia hematómu ihlovou aspiráciou pod sonografickou kontrolou. Tento postup je však možné realizovať iba v prípadoch tekutého kolikvovaného hematómu (predpoklad úspešnej aspirácie obsahu) a v prípadoch, kedy je možné z časového hľadiska počkať na kolikváciu hematómu. V prípadoch rozsiahlych expanzívne sa správajúcich epidurálnych hematómov sa realizuje evakuácia hematómu cez kraniotómiu so súčasným ošetrením zdroja krvácania. V prípade, že diagnostika a operačná intervencia je u novorodenca vykonaná skoro, je šanca na dobrú prognózu.

**Subdurálny hematóm** predstavuje krvácanie medzi dura mater a pia mater. Najčastejším zdrojom subdurálneho krvácania u novorodencov je poranenie premošťujúcich žíl a poranenie žilových splavov, hlavne v oblasti falxu a tentória. Poúrazové subdurálne krvácanie je u novorodencov najčastejšie lokalizované na konvexite parietooccipitálne, interhemisferálne a infratentoriálne. Subdurálny hematóm predstavuje závažné intrakraniálne krvácanie, ktoré často býva spojené aj s inými poúrazovými zmenami v intrakraniálnom priestore, napríklad s hemoragicko-kontúznymi ložiskami mozgu, laceráciou mozgu a subarachnoidálnym krvácaním. Častejšie sa vyskytuje u novorodencov prvorodičiek, po ťažkých prolongovaných a inštrumentovaných pôrodoch, hypertrofických novorodencov, teda v situáciách, kedy na hlavu dieťaťa pôsobia neadekvátne mechanické sily.

V klinickom obraze sa subdurálny hematóm prezentuje heterogénne. Klinická prezentácia závisí od rozsahu a expanzivity hematómu, od prítomnosti, rozsahu a charakteru ostatných pridružených poúrazových zmien v intrakraniálnom priestore. V neurologickom obraze môže byť vyjadrená epileptická kŕčová aktivita, podráždenosť dieťaťa, alebo naopak apatia a letargia. V prípade zvýšeného intrakraniálneho tlaku je vyklenutá predná fontanela, rozostup lebkových švov, pri deteriorácii neurologického stavu sa objavujú apnoické pauzy, bradykardia a artérová hypertenzia (tzv. Cushingova triáda). Väčšinou má subdurálny hematóm úrazový pôvod, avšak môže sa vyskytnúť aj spontánne, hlavne pri poruchách hemostázy a krvácaní s cievnych anomálií.

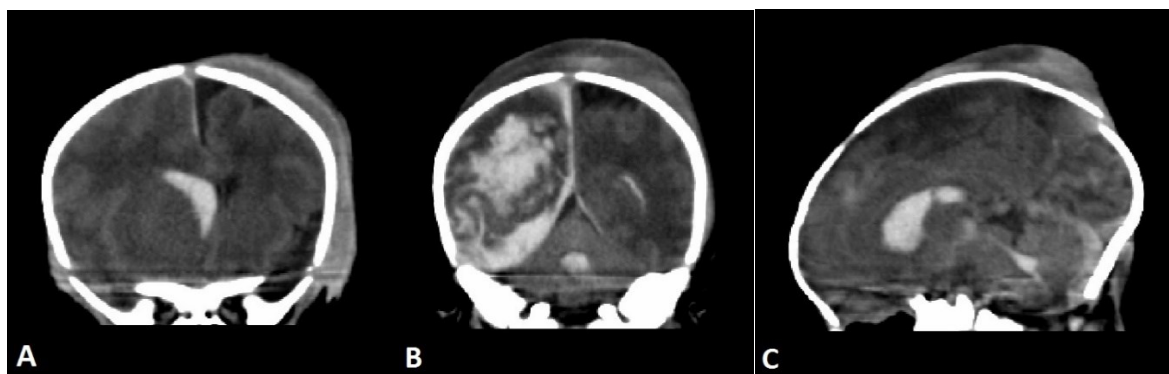
V prípadoch objemovo a tlakovo nevýznamných subdurálnych hematómov sa indikuje režim observácie, konzervatívna liečba a monitoring stavu. V prípadoch veľkých akútnych subdurálnych hematómov sa realizuje operačná liečba – evakuácia subdurálneho hematómu

cez kraniotómiu, v prípade masívneho edému mozgu sa vykoná dekompresívna kraniotómia alebo dekompresívna kraniektómia. Chronické subdurálne hematómy, ktoré nemajú tendenciu k spontánnej regresii a ich hrúbka je viac ako 10 mm, sa riešia perkutánou evakuáciou hematómu ihlovou aspiráciou pod ultrasonografickou kontrolou cez veľkú fontanelu. Ak tento typ operačnej intervencie nie je možný, realizuje sa evakuácia chronického subdurálneho hematómu cez trepanačný návrť.

**Subarachnoidálne krvácanie** je krvácanie lokalizované medzi arachnoideou a pia mater. Častejšie sa vyskytuje u predčasne narodených novorodencov, kedy sa zvykne spájať s krvácaním do sietnice. Klinická manifestácia subarachnoidálneho krvácania je rôznorodá. V rámci diagnostiky sa využíva transkraniálna ultrasonografia a CT, resp. MR vyšetrenie mozgu. V niektorých prípadoch spontánne subarachnoidálne krvácanie sprevádza meningoencefalitídu. Rozsiahlejšie formy subarachnoidálneho krvácania môžu viesť k obštrukcii likvorových subarachnoidálnych priestorov alebo narušeniu vstrebávania likvoru so vznikom hydrocefalu.

**Intracerebrálne a intraventriculárne krvácanie** patrí medzi závažné typy intrakraniálneho krvácania (obr. 4). Vo väčšine prípadov však ide o spontánne krvácanie, kedy sa krvácanie nedá označiť ako pôrodná trauma. Typicky rizikovou skupinou sú predčasne narodení novorodenci, u ktorých dochádza k zakrvácaniu v oblasti geminálnej matrix bazálnych ganglií. Môže dôjsť aj k prevaleniu krvácania do mozgových komôr s rizikom vzniku akútneho obštrukčného hydrocefalu. V klinickom obraze sa intracerebrálne a intraventriculárne krvácania prezentujú poruchou vedomia, podráždenosťou novorodenca, epileptickými záchvatmi, rôznym neurologickým motorickým deficitom, apatiou a letargiou. Krvácanie sa u novorodenca prvotne diagnostikuje transkraniálnou ultrasonografiou, následne sa doplní CT alebo MR vyšetrenie mozgu. V ďalšom období sa ako významná súčasť monitoringu intrakraniálneho nálezu využíva transkraniálna ultrasonografia vrátane dopplerovskej sonografie. Dôležité je jednak sledovanie zmeny rozsahu a charakteru krvácania, jednak skorom rozpoznať rozvoj hydrocefalu s nutnosťou drenážneho výkonu. Evakuácia samotného intracerebrálneho krvácania sa indikuje iba vo výnimočných prípadoch. Najčastejšou chirurgickou intervenciou je drenážny výkon v rámci operačnej liečby hydrocefalu.





**Obrázok č. 4:** CT vyšetrenie mozgu novorodenca s ťažkou pôrodnou traumou, 1. deň po narodení. A, B – koronárne rezy, C – sagitálny rez. Prítomné rozsiahle intracerebrálne krvácanie PO vpravo s prevaňím do komorového systému, hemocefalus bez rozvoja akútneho obštrukčného hydrocefalu, subdurálny hematóm nad tentóriom vpravo, presun septum pellucidum 7 mm doľava, kefalhematóm a opuch mäkkých tkanív hlavičky, impresia okcipitálnej kosti do intrakraniálneho priestoru.

#### 4.8.2 Hemoragicko-kontúzne ložiská mozgu

Hemoragicko-kontúzne ložiská mozgu predstavujú typ poranenia mozgu, v rámci ktorého je vyjadrená zložka kontúzna, nekrotická a hemoragická. Väčšina hemoragicko-kontúzných ložísk mozgu je z hľadiska štruktúry heterogénna. Kontúzne ložiská mozgu sa vyskytujú väčšinou na typických lokalizáciách, v miestach kontaktu mozgu prostredníctvom mozgových obalov s príľahlou kosťou lebky. Najčastejšie sa vyskytujú frontopolárne, frontobazálne, temporopolárne a okcipitopolárne. V prípade zlomenín lebky s dislokáciou kostných fragmentov intrakraniálne bývajú spojené s laceračným poranením mozgu. V prípadoch okcipitálnej osteodiasťazy sa vyskytujú v mozočku. V závislosti od rozsahu a lokalizácie sa hemoragické kontúzie mozgu klinicky prejavujú hlavne fokálnym neurologickým deficitom, monoparézami alebo hemiparézami, deviáciou bulbov a epileptickými záchvatmi. V okolí kontúzneho ložiska mozgu býva prítomný perifokálny edém, ktorý sa môže zväčšovať v priebehu niekoľkých dní po pôrode.

Hemoragické kontúzie mozgu sú charakterizované vývojom v čase, preto je dôležitý ich monitoring, v rámci ktorého sa využíva dominantne transkraniálna sonografia. Medzi možné nepriaznivé zmeny kontúzneho ložiska mozgu patria sekundárne zakrvácanie do kontúzie, progresia perifokálneho edému v blízkosti kontúzneho ložiska, zmena neexpanzívneho

správania kontúzneho ložiska na expanzívne s mass efektom, v prípade otvoreného poranenia mozgu sekundárna infekcia s rozvojom meningoencefalitídy. Hemoragicko-kontúzne ložisko mozgu sa postupne organizuje, uplatňujú sa upratovacie a reparačné procesy. Výsledkom je gliová jazva, postkontúzna pseudocysta, lokálna atrofia axónov prislúchajúcich poškodenej mozgovej kôre. Liečba kontúzií mozgu je dominantne konzervatívna. Len vo výnimočných prípadoch s výrazným expanzívnym správaním hemoragicko-kontúzneho ložiska mozgu je potrebné realizovať operačný výkon.

#### **4.8.3 Venózna trombóza mozgových žíl**

Venózna trombóza mozgových žíl má multifaktoriálnu etiológiu, väčšinou sa klinicky manifestuje epileptickými záchvatmi. Na vzniku venóznej trombózy sa môže spolupodieľať zmena toku krvi vo venóznom splave pri deformovaní hlavičky plodu v pôrodných cestách, následkom ktorého sa poškodí endotel sínusu a aktivuje sa hemokoagulačná kaskáda. Často sa vyskytuje v kombinácii s talamickým a intraventrikulárnym krvácaním, v rámci hemoragickej infarzácie pri trombotizovanom splave.

Na vzniku venóznej trombózy mozgových žíl u novorodenca sa môžu uplatňovať aj faktory zo strany matky: infekcia, vaskulitída, autoimunitné choroby, onkologické ochorenie, HELLP-syndróm, preeklampsia, diabetes, hyperkoagulačný stav, protrombotická farmakoterapia a metabolické choroby. Rizikové faktory zo strany novorodenca predstavujú kongenitálne protrombotické stavy (mutácia faktora V Leiden, mutácia metyléntetrahydrofolátreduktázy, deficit proteínov C a S), meningitída, sepsa, dehydratácia a vrodené srdcové chyby. Medzi ďalšie riziká patria ťažké proťahované pôrody, perinatálna asfyxia a fetomaternálna transfúzia. V súčasnosti neexistujú žiadne štandardné terapeutické schémy. V rámci liečby sa preferuje podávanie nízkomolekulárneho heparínu.

#### **4.9 Poranenia hlavových nervov**

Poranenia hlavových nervov u novorodencov vznikajú v dôsledku pôsobenia rôznych trakčných, rotačných a hyperextenčných mechanických síl v rámci pôrodu. Miera poškodenia štruktúry a funkcie hlavových nervov je heterogénna, od neurapraxie až po úplné prerušenie kontinuity nervu. Kompresia nervu je najčastejšia pri pôrode forcepsom, ale môže ju spôsobiť aj patologická poloha plodu v maternici, pri ktorej sa hlavička plodu opiera o rameno, exofytické lézie maternice alebo sakrum pri prechode pôrodnými cestami.

Najčastejšie sa vyskytuje poranenie poranenie nervus facialis, nervus laryngeus recurrensanervus hypoglossus.

**Nervus facialis** je najčastejšie poranený vo foramen stylomastoideumalebo tesne za ním. V tomto prípade ide o periférnu léziu tvárového nervu. Poškodenie tvárového nervu sa prejavuje asymetriou tváre pri plači. Dieťa nehýbe postihnutou polovicou tváre, má poklesnutý ústny kútik, nie je viditeľná nazolabiálna ryha, dieťa nehýbe obočím a čelom. Prítomný jeлагоftalmus. Niekedy býva poškodená len niektorá z distálnych vetiev nervus facialis, najčastejšie nervus mandibularis. Periférna lézia tvárového nervu sa najčastejšie vyskytuje u detí prvorodičiek, hypertrofických novorodencov, pri pôrode cisárskym rezom a pri použití forcepsu. Okrem periférneho poškodenia tvárového nervu sa u novorodenca môže vyskytnúť aj centrálna lézia tvárového nervu, ktorá je najčastejšie spôsobená intracerebrálnym krvácaním. V tomto prípade sa porucha funkcie tvárového nervu prejavuje iba v dolnej polovici tváre novorodenca.

V rámci diferenciálnej diagnostiky je potrebné odlíšiť vrodené lézie, krvácanie do centrálneho nervového systému, idiopatickú kongenitálnu obrnu, Möbiusov syndróm, vrodenú agenézu tvárových svalov, unilaterálnu neprítomnosť m. orbicularis oris a m. depressor anguli oris. Hlavnou súčasťou diagnostického procesu je klinické vyšetrenie novorodenca.

Liečba poranenia tvárového nervu je väčšinou symptomatická. Vzhľadom na prítomnosťлагоftalmu je potrebné chrániť rohovku pravidelným aplikovaním metylcelulóзовých kvapiek s cieľom znížiť riziko vzniku abrázie rohovky. Prognóza závisí od stupňa poškodenia nervu a od mechanizmu vzniku poranenia nervu. Väčšinou nastupuje spontánna úprava funkcie tvárového nervu počas prvého týždňa, úplné obnovenie funkcie tvárového nervu však môže trvať aj niekoľko mesiacov.

#### **4.10 Poranenia periférnych nervov**

Najčastejšie sa v dôsledku pôrodnej traumy poškodíplexus brachialis. Menej často sa vyskytuje poranenie nervus phrenicus, alebo izolované poranenie n. radialis. Ostatné periférne nervy bývajú poškodené len výnimočne.

#### 4.10.1 Poranenie plexus brachialis

Pôrodné poranenie brachiálneho plexu vzniká najčastejšie ako dôsledok pôsobenia laterálneho ťahu na oblasť krku. Vyskytuje sa hlavne pri pôrode hypertrofických novorodencov, dystokii ramienok, pôrode panvovým koncom a pri hyperabdukcií v oblasti krku. Poškodenie nervov brachiálneho plexu môže byť zapríčinené trakčným mechanizmom, kompresiou, porušením kontinuity nervu (roztrhnutím), vytrhnutím nervových koreňov z miechy a intraneurálnym zakrvácaním. Poranenie plexus brachialis sa môže vyskytnúť aj pri iných úrazoch, napríklad pri zlomenine klavikuly, zlomenine humeru, subluxácii ramena, subluxácii krčnej chrstice a poranení krčnej miechy. Jednou z možných príčin poranenia brachiálneho plexu môže byť aj intrauterinná kompresia. Pôrodné poranenie plexus brachialis sa vyskytuje v rozmedzí 0,5 – 2 prípady na 1000 živonarodených detí.

**Horný typ (Duchennova-Erbova paréza)** je najčastejšou formou poranenia brachiálneho plexu s postihom v úrovni C5-C7. Najčastejšou príčinou poranenia nervov pri tomto type je kompresia nervov opuchom okolitých štruktúr alebo krvácaním, prerušenie kontinuity nervu býva zriedkavé. V neurologickom obraze je výrazne narušená až nemožná abdukcia a vonkajšia rotácia v ramene. Horná končatina má typické chabé postavenie, s addukciou a vnútornou rotáciou v kombinácii s pronáciou predlaktia. Bicipitálny a styloidiálny reflex sú väčšinou nevýbavné. Úchopový reflex je vybaviteľný, Moorov reflex je asymetrický. V prípadoch, kedy rozsah poranenia zasahuje proximálne až do úrovne C4, vzniká paréza nervus phrenicus, ktorá sa prezentuje unilaterálnou parézou bránice. Používa sa podporná liečba, voľná fixácia končatiny a rehabilitácia podľa Vojtu.

**Dolný typ (Klumpkeovej paréza)** sa vyskytuje menej často, rozsah poškodenia je C8-Th1. Postihnutá je distálna časť hornej končatiny – ruka a päť, ruka býva často livídne sfarbená. Nie je prítomný úchopový reflex, bicipitálny reflex je výbavný. Ak rozsah poranenia zasahuje až do úrovne Th1, bývajú poškodené aj sympatikové vlákna. Vzniká Hornerov syndróm, ktorý je v klinickom obraze vyjadrený ipsilaterálnou miózou, ptózou viečka, enoftalmom a tvárovou anhidrózou. Počas prvých dní je končatina v kludovom režime, približne po týždni sa v rámci liečby uplatňuje rehabilitácia.

**Poranenie celého brachiálneho plexu** je síce zriedkavé, ale veľmi závažné. Postihuje totiž celú hornú končatinu, ktorá má len minimálnu alebo žiadnu hybnosť, chýbajú všetky šľachovo-okosticové reflexy, poškodená je aj citlivosť končatiny. Pri rozsahu poranenia proximálne od C4 môže byť prítomná ipsilaterálna paréza bránice, pri distálnej úrovni

poranenia Th1 je vyjadrený aj ipsilaterálny Hornerov syndróm. Poranenie celého rozsahu brachiálneho plexu má väčšinou nepriaznivú funkčnú prognózu. Šanca na úplnú obnovu funkčnosti hornej končatiny ad integrum je málo pravdepodobná. V rámci liečby sa využíva podporná a rehabilitačná liečba, uplatňujú sa aj chirurgické výkony s cieľom dosiahnuť čo najlepší funkčný výsledok liečby.

V diagnostike pôrodného poranenia brachiálneho plexu zohráva prvotne významnú úlohu klinické a neurologické vyšetrenie novorodenca. Dôležitou súčasťou vyšetrenia sú informácie o polohe plodu počas intrauterinného vývoja, veľkosť plodu a priebeh pôrodu. Z funkčných elektrofyziológických vyšetrení sa využíva elektromyografia (EMG). Pri poranení plexus brachialis sa odporúča realizovať RTG vyšetrenie ramena s cieľom vylúčiť zlomeninu kostí a subluxáciu v oblasti ramenného kĺbu. RTG vyšetrenie hrudníka môže detegovať parézu bránice. V prípade potreby detailného posúdenia brachiálneho plexu a miechy sa u novorodenca realizuje MR vyšetrenie. MR vyšetrenie umožňuje detailné posúdenie kontinuity jednotlivých periférnych nervov brachiálneho plexu a nervových koreňov. Dôležitým aspektom je vylúčenie avulzie nervových koreňov z miechy. V prípade, že realizované MR vyšetrenie nie je jednoznačné, dopĺňa sa CT myelografia. Správne definovaný rozsah a charakter poranenia brachiálneho plexu je dôležitý pre následnú liečbu.

V rámci liečby pôrodného poranenia brachiálneho plexu sa uplatňuje niekoľko liečebných modalít. Súčasťou konzervatívnej liečby je podporná liečba, ktorá podporuje regeneračné procesy periférnych nervov. Dôležité je široké využívanie rôznych rehabilitačných postupov. V prvom týždni po pôrode sa u novorodenca používa voľná fixácia hornej končatiny s cieľom znížiť riziko extenzívneho pohybu končatiny. V rámci rehabilitačnej liečby sa uplatňujú aj pasívne postupy a korekčné dlahy za účelom stimulácie končatiny a zníženie rizika vzniku kontraktúr. V prípadoch ťažkého postihnutia brachiálneho plexu bez tendencie k postupnej funkčnej úprave je indikovaná chirurgická liečba. Veľmi dôležitým faktorom úspešnosti operačnej liečby je čas. Najlepšie výsledky sa dosahujú v prípadoch, kedy je operačná liečba realizovaná do 1. roku života dieťaťa. Vzhľadom na náročnosť sa rekonštrukčné operačné výkony v oblasti plexus brachialis realizujú na špecializovaných pracoviskách. V rámci repertoára neurochirurgických operačných výkonov sa využíva mikrochirurgická operačná technika - revízia plexu, neurolýza (vonkajšia deliberácia nervu z jazvového tkaniva), resekcia posttraumatického neurómu s priamou sutúrou alebo s použitím štepu (najčastejšie z n. suralis) a neurotizácia plexu (použitie nervových transferov). Neurotizácia plexu sa

realizuje v prípadoch avulzie nervových koreňov z miechy. Na poškodený periférny nerv brachiálneho plexu sa našije iný, funkčne menej dôležitý periférny nerv. Poškodené nervové korene sa môžu neurotizovať buď z nervov, ktoré sú súčasťou brachiálneho plexu - n. thoracicus longus, nn. pectorales, alebo z iných periférnych nervov (nn. intercostales, n. accessorius).

Prognóza pôrodného poranenia brachiálneho plexu závisí od rozsahu, lokalizácie a mechanizmu vzniku poranenia. Pri ľahších formách poranenia, ktoré sú spôsobené hlavne spôsobených tlakom hematómu alebo edému okolitých štruktúr, nastáva spontánna úprava funkcie v časovom rozmedzí do 3 až 6 mesiacov po pôrode. Závažné poranenia brachiálneho plexu podmienené avulziou nervových koreňov z miechy, roztrhnutím nervových koreňov alebo ich závažnou trakciou aj pri zachovanej kontinuite nervov spôsobujú dlhodobý neurologický deficit. Pri parciálnych poraneniach brachiálneho plexu sa môže neurologický zlepšiť. Pri poškodení časti brachiálneho plexu sice príslušné motoneuróny atrofujú, avšak ich funkciu v rámci plasticity nervového systému môžu čiastočne prebrať iné.

#### **4.10.2 Poranenie nervus phrenicus**

Poranenie nervus phrenicus je vo väčšine prípadov spojené s poranением brachiálneho plexu s postihnutím proximálnej úrovne C4. Postihnutie nervus phrenicus je spôsobené trakčnými mechanickými silami, ktoré pôsobia na hlavu a krk novorodenca pri pôrode. Prejavuje sa poruchou hybnosti, parézou bránice, ktorá je väčšinou jednostranná, ale v 10 % býva vyjadrená obojstranne. Narušenie pohyblivosti bránice, hlavného respiračného svalu, sa v klinickom obraze manifestuje respiračnou insuficienciou, tachypnoe, prejavmi hypoventilácie, oslabením dýchania na postihnutej strane. Diagnostika sa opiera o klinické vyšetrenie novorodenca, ultrasonografiu a RTG skiaskopiu hrudníka. RTG skiaskopia potvrdí zvýšený stav polovice bránice a paradoxné pohyby bránice na postihnutej strane. U novorodencov sa aplikuje oxygenoterapia a neinvazívna podpora dýchania s udržiavaním kontinuálneho pozitívneho pretlaku v dýchacích cestách. Podporná pľúcna ventilácia môže byť aj dlhodobá, v trvaní niekoľko mesiacov až do roka. V rámci chirurgickej liečby sa využíva plikácia bránice, ktorá môže znížiť potrebu dlhodobej pľúcnej ventilácie a podporiť regeneráciu dieťaťa. Napriek liečbe v súčasnosti 10 – 15 % detí s jednostrannou parézou bránice zomiera. Pri obojstrannom postihnutí bránice je prognóza ešte vážnejšia – prežíva len

približne polovica pacientov. Avšak aj táto skupina pacientov si vyžaduje dlhodobú kontinuálnu ventilačnú podporu.

#### **4.10.3 Poranenie ostatných periférnych nervov**

Poranenia ostatných periférnych nervov sa vyskytujú zriedkavo. Najčastejšie býva poranený n. radialis, vzácnejšie n. ischiadicus, n. obturatorius a n. ulnaris. Medzi rizikové faktory poranenia periférneho nervu patria: diabetes matky, hypertrofický novorodenec, prolongovaný, náhly a inštrumentovaný pôrod. Medzi ďalšie príčiny poškodenia periférneho nervu zaraďujeme intrauterinnú polohu plodu, prolongovaný útlak v pôrodných cestách a zlomeniny dlhých kostí (Alsubhi, 2011).

#### **4.11 Poranenia miechy**

Pôrodné poranenie miechy sa nevyskytuje často, avšak patrí medzi závažné typy pôrodnej traumy. Pri vzniku poranenia miech sa uplatňuje pôsobenie mechanických síl, hlavne výrazná trakcia a rotácia počas pôrodu. Pri pôrode hlavičkou sa dominantne uplatňuje torzia, pričom pri pôrode koncom panvovým pôsobí hlavne trakcia. Pri pôrode hlavičkou je poškodenie miechy lokalizované hlavne v strednom úseku krčnej miechy, pokým pri pôrode koncom panvovým v dolnej krčnej a hornej hrudníkovej oblasti. Ak poranenie miechy vznikne nad úrovňou C4, zväčša je primárne smrteľné. V takom prípade býva príčinou intrauterinná kompresia miechy, alebo útlak v dôsledku epidurálneho hematómu, prípadne pri hyperextenzii krku (tzv. poloha „lietajúceho plodu“).

V rámci diagnostiky je prvotné neurologické vyšetrenie novorodenca. Dôležité je odlíšenie od iných chorobných stavov, napríklad tranzitórnej mozgovej ischémie a neuromuskulárnych ochorení. Novorodenec býva často kvadraparetický. Pri úplnej priečnej lézii miechy dochádza ku vzniku parézy medzirebrových a brušných svalov a v neskoršom období nedochádza k rozvoju voluntárneho ovládania sfinkterov. Vzhľadom na narušenie potenia a citlivosti pod úrovňou poškodenia miechy je táto skupina detí náchylnejšia na zlyhávanie termoregulácie. Z pomocných zobrazovacích vyšetrení sa ako súčasť diagnostického procesu využíva najmä MR vyšetrenie, v prípade podozrenia na poranenie kostných štruktúr sa dopĺňa CT vyšetrenie.

Na základe zhodnotenia klinického stavu a výsledku MR, resp. aj CT vyšetrenia sa neurochirurg vyjadrí k indikácii operačnej intervencie. Operačný výkon sa realizuje hlavne

v prípadoch s útlakom nervových štruktúr, najmä pri diagnóze epidurálneho hematómu, nádorov a zlomenín kostených štruktúr. Ako súčasť konzervatívnej liečby sa aplikuje kortikoterapia, podáva sa metylprednizolón. V prípadoch, v ktorých bolo poškodenie miechy dominantne spôsobené kompresiou a dostatočne včas bol realizovaný dekompresívny operačný výkon, je šanca na dobrú prognózu vysoká. Pri neúplných poraneniach miechy sa uplatňuje okrem konzervatívnej liečby vo výraznej miere rehabilitačná liečba. Najhoršiu prognózu majú prípady s kompletným poranením miechy, keď sa nedá očakávať zásadnejšia úprava poškodených nervových funkcií.

### **Zoznam použitej literatúry**

- AKANGIRE G, CARTER B. Birth Injuries in Neonates. *Pediatr Rev.* 2016 Nov;37(11):451-462.
- ALSUBHI FS, ALTHUNYAN AM, CURTIS CG, CLARKE HM. Radial nerve palsy in the newborn: a case series. *CMAJ.* 2011; 183(12): 1367–1370.
- BRICHTOVÁ E. Specifika detskej neurotraumatologie. *Pediatr pro Praxi.* 2009; 10(5): 294–298.
- BÖHRINGER E, WEBER P. Isolated radial nerve palsy in newborns-case report of a bilateral manifestation and literature review. *Eur J Pediatr.* 2014; 173(4): 537–539.
- BRITTAIN C, MUTHUKUMAR P, JOB S, SANKA S. “Ping pong” fracture in a term infant. *BMJ Case Rep.* 2012 Mar 27;2012.
- BURKHARDT T, ZIMMERMANN R. A Structured and Photographic Documentation of the Vacuum-Assisted Vaginal Delivery. *Z Geburtshilfe Neonatol.* 2018 Feb;222(1):25-27.
- CHIA CC, HUANG SC. Neonatal coagulopathy presents as unusual and severe subgaleal hematomas after vacuum delivery. *Taiwan J Obstet Gynecol.* 2008 Dec;47(4):435-7.
- CIORBA A, CORAZZI V, CONZ V, BIANCHINI C, AIMONI C. Facial nerve paralysis in children. *World J Clin Cases.* 2015; 16: 3(12): 973–979.
- COLLINS KA, POPEK E. Birth Injury: Birth Asphyxia and Birth Trauma. *Acad Forensic Pathol.* 2018 Dec;8(4):788-864.
- DOUMOUCTSIS SK, ARULKUMARAN S. Head injuries after instrumental vaginal deliveries. *Curr Opin Obstet Gynecol.* 2006 Apr;18(2):129-34.
- DUFF SV, DEMATTEO C. Clinical assessment of the infant and child following perinatal brachial plexus injury. *J Hand Ther.* 2015; 28(2): 126–133.



EKEÚS C, HÖGBERG U, NORMAN M. Vacuum assisted birth and risk for cerebral complications in term newborn infants: a population-based cohort study. *BMC Pregnancy Childbirth*. 2014; 14(1): 36.

GARGE SS, PASSI GR, GHANEKAR D. Early Thoracoscopic Plication of Diaphragm in a Newborn with Brachial Plexus Palsy and Concurrent Phrenic Nerve Palsy. *J Indian Assoc Pediatr Surg*. 2017; 22(3): 165–167.

GRAHAM EM, FOROUZAN I, MORGAN MA. A retrospective analysis of Erb's palsy cases and their relation to birth weight and trauma at delivery. *J Matern Fetal Med*. 1997 Jan-Feb;6(1):1-5.

GUPTA PK, SARA MATHEW G, MALIK AK, AL DERAZI T. Ossified cephalhematoma. *Pediatr Neurosurg*. 2007; 43(6): 492–497.

GUPTA SN, KECHLI AM, KANAMALLA US. Intracranial hemorrhage in term newborns: management and outcomes. *Pediatr Neurol*. 2009; 40(1): 1–12.

HABEK D. Transient recurrent laryngeal nerve paresis after shoulder dystocia. *Int J Gynaecol Obstet*. 2015; 130(1): 87–88.

HANINEC P, MENCL L, KAISER R. End-to-side neurorrhaphy in brachial plexus reconstruction. *J Neurosurg*. 2013 Sep;119(3):689-94.

HANINEC P, SÁMAL F, TOMÁS R, HOUSTAVA L, DUBOVÝ P. Direct repair (nerve grafting), neurotization, and end-to-side neurorrhaphy in the treatment of brachial plexus injury. *J Neurosurg*. 2007 Mar;106(3):391-9.

HANKINS GD, CLARK SM, MUNN MB. Cesarean section on request at 39 weeks: impact on shoulder dystocia, fetal trauma, neonatal encephalopathy, and intrauterine fetal demise. *Semin Perinatol*. 2006 Oct;30(5):276-87.

HÖGBERG U, FELLMAN V, THIBLIN I, KARLSSON R, WESTER K. Difficult birth is the main contributor to birth-related fracture and accidents to other neonatal fractures. *Acta Paediatr*. 2020 Feb 7. doi: 10.1111/apa.15217.

KEKKI M, SALONEN A, TIHTONEN K, MATTILA VM, GISSLER M, HUTTUNEN TT. The incidence of birth injuries decreased in Finland between 1997 and 2017: a nationwide register study. *Acta Paediatr*. 2020 Mar 22. doi: 10.1111/apa.15267.

KIMMICH N, BURKHARDT T, KREFT M, ZIMMERMANN R. Reducing birth trauma by the implementation of novel monitoring and documentation tools. *Acta Obstet Gynecol Scand*. 2019 Oct;98(10):1223-1226.

KING SJ, BOOTHROYD AE. Cranial trauma following birth in term infants. *Br J Radiol*. 1998 Feb;71(842):233-8.

KOZLOV Y, NOVOZHILOV V. Thoracoscopic plication of the diaphragm in infants in the first 3 months of life. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A*. 2015; 25(4): 342–347.

LARA LG, VILLA AV, RIVAS MM. Subcutaneous Fat Necrosis of the Newborn: Report of Five Cases. *Pediatr Neonatol*. 2017; 58(1): 85–88.

LIU LY, ANTAYA RJ. Neonatal Subgaleal Hematoma from Trauma During Vaginal Delivery without Instrument Use. *Pediatr Dermatol*. 2017 Jan;34(1):e40-e41.

MAAGAARD M, SØRENSEN JL, LANDO A, OTTESEN B. Neonatal consequences of vacuum-assisted delivery]. *Ugeskr Laeger*. 2010 Aug 30;172(35):2376-81.

MALIK S, BHANDEKAR HS, KORDAY CS. Traumatic peripheral neuropraxias in neonates: a case series. *J Clin Diagn Res*. 2014; 8(10): 10–12.

MONJOK E. Clavicle fractures during birth. *Am Fam Physician*. 2008 Sep 15;78(6):697.

NICHOLSON L. Caput succedaneum and cephalohematoma: the cs that leave bumps on the head. *Neonatal Netw*. 2007 Sep-Oct;26(5):277-81.

O'MAHONY F, SETTATREE R, PLATT C, JOHANSON R. Review of singleton fetal and neonatal deaths associated with cranial trauma and cephalic delivery during a national intrapartum-related confidential enquiry. *BJOG*. 2005 May;112(5):619-26.

ORMAN G, WAGNER MW, SEEBURG D, ZAMORA CA, OSHMYANSKY A, TEKES A, PORETTI A, JALLO GI, HUISMAN TA, BOSEMANI T. Pediatric skull fracture diagnosis: should 3D CT reconstructions be added as routine imaging? *J Neurosurg Pediatr*. 2015; 16(4): 426–431.

PARKER LA. Part 1: early recognition and treatment of birth trauma: injuries to the head and face. *Adv Neonatal Care*. 2005 Dec;5(6):288-97.

PARKER LA. Part 2: Birth trauma: injuries to the intraabdominal organs, peripheral nerves, and skeletal system. *Adv Neonatal Care*. 2006 Feb;6(1):7-14.

PASQUESI S, SEIDI M, HAJIAGHAMEMAR M, MARGULIES SS. Predictions of neonatal porcine bridging vein rupture and extra-axial hemorrhage during rapid head rotations. *J Mech Behav Biomed Mater*. 2020 Mar 23;106:103740. doi: 10.1016/j.jmbbm.2020.103740.

POUSSAINT TY, MOELLER KK. Imaging of pediatric head trauma. *Neuroimaging Clin N Am*. 2002 May;12(2):271-94.

RABELO NN, MATUSHITA H, CARDEAL DD. Traumatic brain lesions in newborns. *Arq Neuropsiquiatr*. 2017; 75(3): 180–188.

RECKER MJ, CAPPUZZO JM, LI V. Management of Intracranial Hemorrhage and Skull Fracture After Blunt Intrauterine Trauma: Case Report. *World Neurosurg.* 2020 Mar 23. pii: S1878-8750(20)30560-X. doi: 10.1016/j.wneu.2020.03.089.

REHM A, THAHIR A. Validity of a meta-analysis of risk factors for neonatal brachial plexus palsies. *Dev Med Child Neurol.* 2020 Mar 7. doi: 10.1111/dmcn.14508.

REICHARD R. Birth injury of the cranium and central nervous system. *Brain Pathol.* 2008; 18(4): 565–570.

RICHTEROVÁ R. Pôrodná trauma nervového systému novorodencov. In: Dragula a kol.: *Moderné trendy v detských chirurgických odboroch : 3. - : 1. vyd.* ISBN 978-80-7228-747-5. - Ostrava : Librex Publishing, 2019; S. 353 – 370.

ROTTENSTREICH M, ROTEM R, KATZ B, ROTTENSTREICH A, GRISARU-GRANOVSKY S. Vacuum extraction delivery at first vaginal birth following cesarean: maternal and neonatal outcome. *Arch Gynecol Obstet.* 2020 Feb;301(2):483-489. doi: 10.1007/s00404-020-05443-3.

SALEH S, SWANSON KI, BRAGG T. Successful surgical repair and recovery in a 2-week-old infant after birth-related cervical fracture dislocation. *J Neurosurg Pediatr.* 2017; 20: 1–5.

UHING MR. Management of birth injuries. *Clin Perinatol.* 2005 Mar;32(1):19-38.

WANSON AE, VELDMAN A, WALLACE EM, MALHOTRA A. Subgaleal hemorrhage: risk factors and outcomes. *Acta Obstet Gynecol Scand.* 2011; 91(2): 260–263.

WECHSELBERG K, SANDERS U. Diagnosis and prognosis of cephalhematoma due to birth injury. *Med Monatsschr.* 1971 May;25(5):202-7.

## 5. INTRAKRANIÁLNE ARACHNOIDÁLNE CYSTY

### 5.1 Definícia

Arachnoidálne cysty predstavujú benígnu vývojovú chybu arachnoidálnej membrány, ktorá tvorí jeden z obalov mozgu a miechy. Vo väčšine prípadov ide o vrodené lézie, ktoré vznikajú vo fáze kortikálnej migrácie v rámci fetálneho vývoja. Menej často ide o získané lézie, najčastejšie po úraze, infekcii alebo po operácii centrálneho nervového systému. Z hľadiska lokalizácie rozlišujeme **intrakraniálne** a **spinálne arachnoidálne cysty**. V intrakraniálnej lokalizácii sa vyskytujú takmer výhradne intradurálne, ale popísaný bol aj prípad extradurálne uloženej cysty. Spinálne arachnoidálne cysty sa môžu vyskytovať intradurálne aj extradurálne.

Arachnoidálne cysty sa vyskytujú približne u 1 – 3 % detí. Častejšie sú prítomné u chlapcov. Prevalencia arachnoidálnych cyst sa výrazne zvýšila s lepšou dostupnosťou zobrazovacích metód, pretože mnohé z nich predstavujú iba incidentálny nález pri indikácii zobrazovacieho vyšetrenia z inej príčiny. Arachnoidálne cysty tvoria 1 – 2 % zo všetkých patologických intrakraniálnych nálezov s častejším výskytom na ľavej strane.

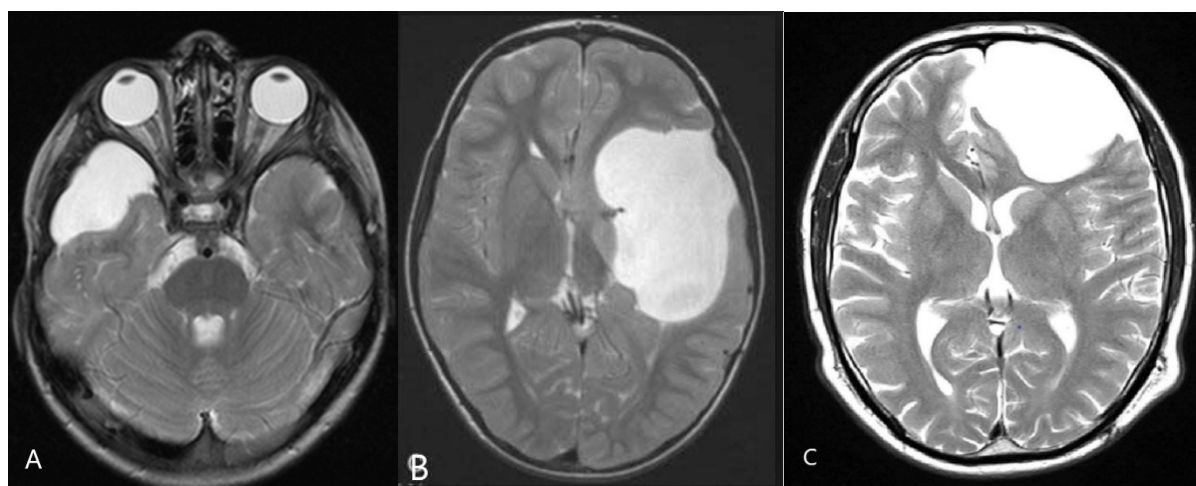
### 5.2 Etiopatogenéza

V súčasnosti presný mechanizmus vzniku a vývoja arachnoidálnych cyst nepoznáme. Jedným z predpokladaných mechanizmov je rozdvojenie arachnoidálnej membrány so vznikom dvoch membrán, medzi ktorými sa nachádza tekutina podobná likvoru. Druhým možným mechanizmom je produkcia tekutiny samotnými bunkami membránovej steny arachnoidálnej cysty, čo vedie k postupnému zväčšovaniu objemu a tlaku v samotnej cyste. Tekutina prítomná v arachnoidálnej cyste nie je rovnaká ako mozgovomiechový mok, má iné biochemické vlastnosti. V porovnaní s mozgovomiechovým mokom má viac fosfátov, menej bielkovín a laktátdehydrogenázy. Uvedené biochemické charakteristiky membrány cysty zodpovedajú teórii o vzniku cysty sekréciou a aktívnym transportom membránových buniek cysty. V porovnaní so zdravou arachnoideou má membrána arachnoidálnej cysty rozdielnu štruktúru. Arachnoidálne cysty v detskom veku sa vyznačujú svojou dynamikou. Môžu byť dlhodobo stacionárne, avšak môžu sa aj zväčšovať alebo zmenšovať. Rovnako môže, ale aj nemusí, byť vyjadrený tlak cysty na okolité mozgové tkanivo. Čím je vek dieťaťa pri určení

diagnózy arachnoidálnej cysty nižší, tým je väčšia pravdepodobnosť progresie rastu cysty. Arachnoidálne cysty sú často spojené aj s diagnózou hydrocefalu.

Mozgové obaly, meningy, sú mezoektodermového pôvodu – pochádzajú z neurálnej lišty. Medzi mozgom a epidermou sa vytvorí sieť mezenchýmových buniek, ktorá sa ďalej diferencuje na vonkajšiu (denznú) a vnútornú (retikulovú) vrstvu. Vnútorná vrstva sa ďalej rozdeľuje a dáva základ tvrdej mozgovej plene (dura mater) a leptomeningom. Arachnoidálne cysty sa môžu vyskytovať aj intraventrikulárne, čo znamená, že mezoektodermové bunky môžu byť dislokované do neurálnej trubice pri jej zakladaní okolo 20. dňa embryogenézy.

**Prenatálne** sú najčastejšie diagnostikované arachnoidálne cysty v interhemisferálnej oblasti a temporálne cysty. Subarachnoidálne priestory v temporálnej oblasti sú u ľudských plodov široké a za fyziologických podmienok sa ich veľkosť postupne znižuje od konca intrauterinného vývoja počas prvých postnatálnych mesiacov života dieťaťa. Malý úraz, alebo krvácanie v perinatálnom období a novorodeneckom veku môže viesť ku vzniku arachnoidálnej cysty. Pravdepodobné však je, že aj cysty vznikajúce počas života sa objavujú v lokalite s vrodeným oslabením, alebo rozvrstvením arachnoidey.

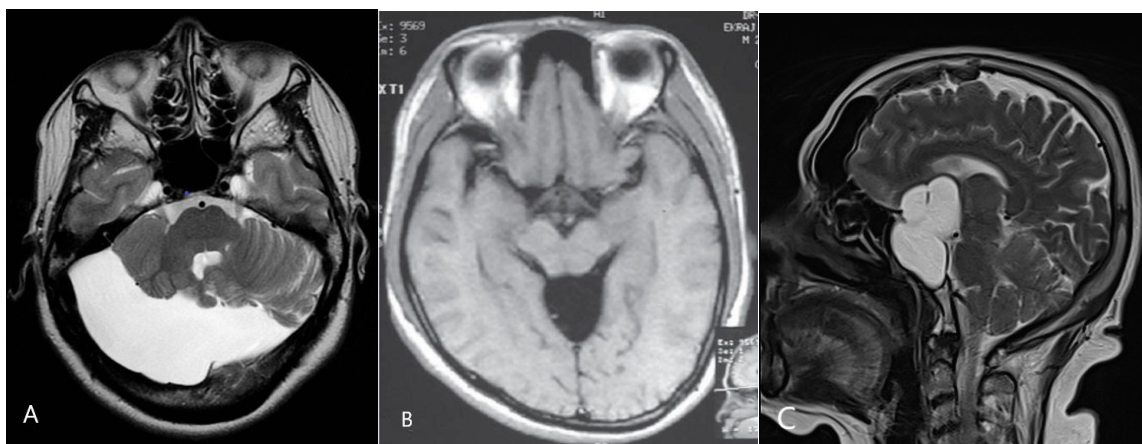


**Obrázok č. 1:** Typy intrakraniálnych arachnoidálnych cyst. A - temporálna arachnoidálna cysta, B – arachnoidálna cysta Sylviovej ryhy, C – frontálna konvexitárna cysta. Zdroj: [https://operativeneurosurgery.com/doku.php?id=galassi type 1 middle cranial fossa arachnoid cyst](https://operativeneurosurgery.com/doku.php?id=galassi+type+1+middle+cranial+fossa+arachnoid+cyst) ; Senol a spol. (2014)

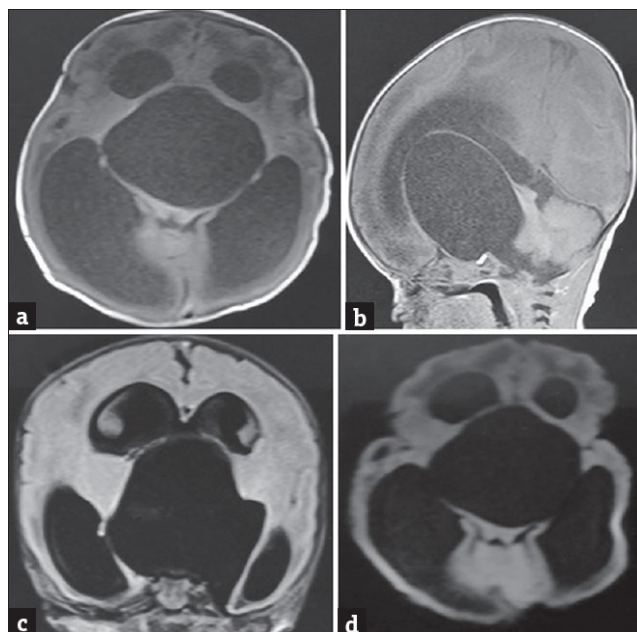
### 5.3 Klasifikácia

Intrakraniálne arachnoidálne cysty rozdeľujeme podľa lokalizácie na supratentoriálne, infratentoriálne a kombinované (suprainfratentoriálne). **Supratentoriálne** sa ďalej rozdeľujú na cysty strednej jamy lebkovej (temporálne), konvexitárne, interhemisferálne, selárne a intraventrikulárne. **Infratentoriálne** cysty môžu byť supracerebelárne, infracerebelárne, hemisferálne, kliválne a cysty cerebelopontínneho uhla. Intrakraniálne cysty sa najčastejšie vyskytujú v oblasti Sylviovej a Rolandickej ryhy, interhemisferálne a v oblasti arachnoidálnych cisterien (kvadrigeminálnej, supraselárnej a prepontínnej cisterny). Kvadrigeminálne a supraselárne cysty sú zriedkavejšie, obidva typy tvoria po 10 % všetkých arachnoidálnych cyst. Arachnoidálne cysty sa zriedkavo môžu vyskytnúť intracerebrálne a paraventrikulárne bez kontaktu s bazálnymi cisternami. Rôzne typy intrakraniálnych arachnoidálnych cyst sú znázornené v obrázku č. 1 a 2.

Z hľadiska prítomnosti komunikácie s likvorovými cestami sa arachnoidálne cysty rozdeľujú na **komunikujúce**, **nekompletne komunikujúce** a **nekomunikujúce**.



**Obrázok č. 2:** Typy intrakraniálnych arachnoidálnych cyst. A – infratentoriálna arachnoidálna cysta, B – arachnoidálna cysta quadrigeminálnej cisterny, C – selárna cysta so supraselárnou extenziou. Zdroj: <https://radiopaedia.org/cases/arachnoid-cyst-posterior-fossa-4;> [https://www.researchgate.net/figure/MRI-in-T1-sagittal-section-showing-a-large-trigeminal-cistern-arachnoid-cyst-at-the\\_fig1\\_45168017;](https://www.researchgate.net/figure/MRI-in-T1-sagittal-section-showing-a-large-trigeminal-cistern-arachnoid-cyst-at-the_fig1_45168017) <https://radiopaedia.org/images/46091192>



**Obrázok č. 3:** Supraselárna prepontínna arachnoidálna cysta v kombinácii s hydrocefalom. MR vyšetrenie mozgu, a,d – axiálny rez, b – sagitálny rez, c – koronárny rez (Baldawa a spol., 2017)

Využíva sa aj delenie na **primárne - kongenitálne** a **sekundárne - získané** arachnoidálne cysty, ktoré najčastejšie vznikajú po úraze, operácii, krvácaní alebo po meningitíde. Nevyhnutné je ich odlíšenie od iných cystických lézií, ako sú napríklad glioneurálne cysty, alebo cystické ložiská infekčného, či nádorového pôvodu.

#### 5.4 Klinický obraz

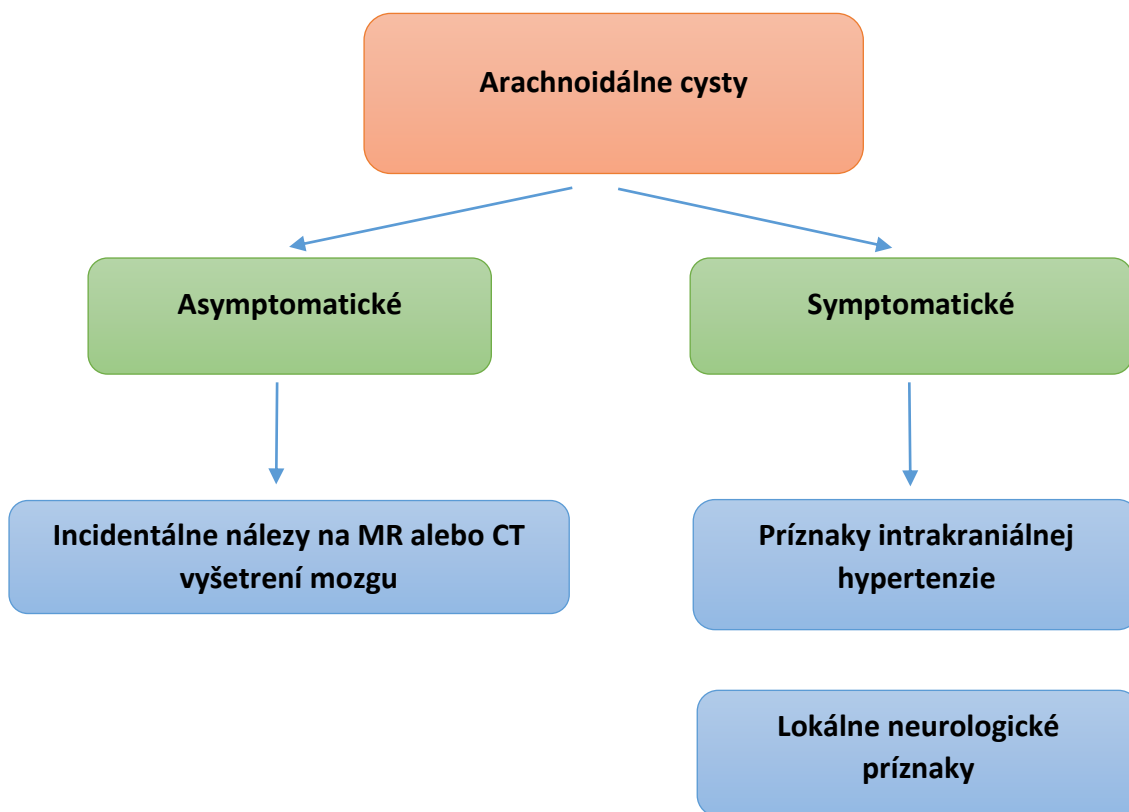
Klinická manifestácia arachnoidálnych cyst závisí od ich veľkosti a lokalizácie. Väčšina arachnoidálnych cyst je **asymptomatická** a predstavujú iba incidentálny nález pri zobrazovacom vyšetrení, ktoré bolo indikované z inej príčiny. Klinické prejavy arachnoidálnych cyst môžeme rozdeliť na 2 skupiny: 1. **príznaky intrakraniálnej hypertenzie** - podmienené objemom samotnej arachnoidálnej cysty alebo aktívnym hydrocefalom (obr. 3) a 2. **lokálnymi príznakmi** (podmienené lokálnym kompresívnym efektom expanzívnej arachnoidálnej cysty na okolité mozgové tkanivo – iritačné a zánikové príznaky) (obr. 4). Medzi najčastejšie klinické príznaky symptomatických intrakraniálnych arachnoidálnych cyst u detí patria bolesti hlavy, nauzea, vracanie, letargia alebo predráždenosť, zmeny emócií a psychického stavu, ataxia, hemiparéza, epileptické záchvaty, strata sluchu, zaostávanie v psychomotorickom vývoji, poruchy reči a pri supraselárnych cystách aj poruchy zraku

či hormonálne poruchy viazané na poruchu hypotalamohypofyzárnej hormonálnej osi. U mladších detí sa môže rozvinúť makrocefália alebo lokalizované vykľutie mäkkej poddajnej kalvy v prípade lokálneho tlakového efektu expanzívnej arachnoidálnej cysty na lebkovú kosť. Dekompenzácia intrakraniálnej arachnoidálnej cysty môže byť podmienená zakrvácaním – buď spontánnym alebo poúrazovým, alebo dekompenzáciou hydrocefalu podmieneného samotnou arachnoidálnou cystou. V daných prípadoch ide o akútny stav s nutnosťou urgentnej neurochirurgickej intervencie.

## 5.5 Diagnostika

Intrakraniálne arachnoidálne cysty je v súčasnosti možné diagnostikovať pomocou **prenatálneho sonografického vyšetrenia** už počas intrauterinného vývoja, vo väčšine prípadov v gestačnom veku okolo 28. gestačného týždňa (obr. 5). V sonografickom obraze sa arachnoidálne cysty zobrazujú ako hypoechogénne útvary, ktoré sú dobre ohraničené, majú pravidelný tvar a vo väčšine prípadov sú solitárne. Predstavujú hypoechogénne útvary bez farebného dopplerovského signálu. Prenatálne sonografické vyšetrenie mozgu plodu súčasne umožňuje diagnostikovať eventuálnu prítomnosť hydrocefalu. U plodov sú arachnoidálne cysty lokalizované najčastejšie v interhemisferálnej oblasti. Infratentoriálne cysty bývajú u plodov diagnostikované častejšie ako supratentoriálne. Dôležitým aspektom prenatálneho sonografického vyšetrenia mozgu plodu je aj diagnostika iných pridružených vývojových anomálií centrálného nervového systému – napr. Chiariho malformácia, Dandy-Walkerova malformácia, anomálie septum pellucidum a corpus callosum, aneuryma vena Galeni, cysty choroidálneho plexu. Prenatálna ultrasonografia súčasne okrem samotnej diagnostiky umožňuje aj sledovanie dynamiky nálezu. Podľa posúdenia sonografického nálezu sa v prípade potreby realizuje fetálne MR vyšetrenie mozgu (obr. 6).





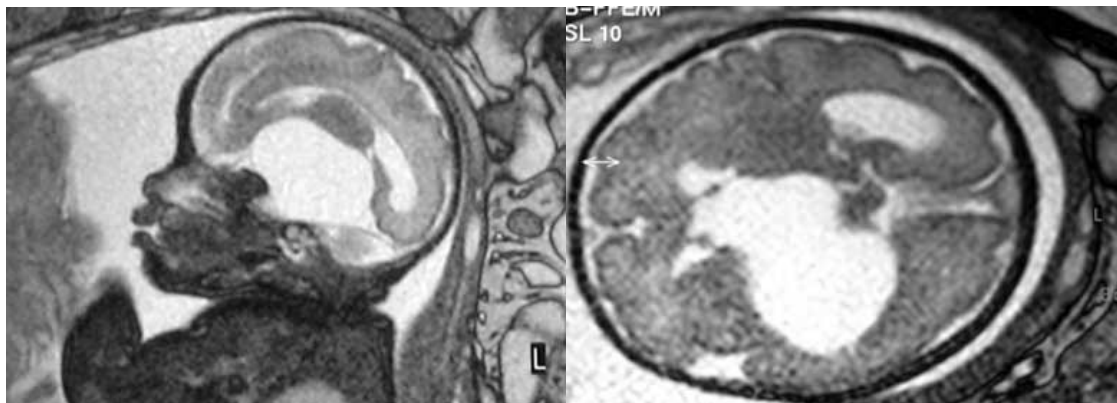
**Obrázok č. 4:** Schéma klinickej manifestácie intrakraniálnych arachnoidálnych cyst

V **skorom postnatálnom období** predstavuje transkraniálna ultrasonografia významnú súčasť skríningu vrodených vývojových chýb mozgu a eventuálnych získaných lézií mozgu. V prípade, že sonografické vyšetrenie mozgu potvrdí nález patologického ložiska v intrakraniálnom priestore, je z diagnostického hľadiska indikované detailnejšie zobrazovacie vyšetrenie.



**Obrázok č. 5:** Prenatálne sonografické vyšetrenie mozgu plodu – diagnostika arachnoidálnej cysty mozgu. Zdroj: <https://es.slideshare.net/josegarciaalmeida/eco-fetal-power-35607274>

Väčšina arachnoidálnych cýst je asymptomatických, zvyčajne bývajú len náhodným nálezom pri niektorom zo zobrazovacích vyšetrení. Vo väčšine prípadov býva ako prvé realizované **CT vyšetrenie mozgu**, na ktorom sa vyjadrí podozrenie na prítomnosť arachnoidálnej cysty.



**Obrázok č. 6:** Fetálne MR vyšetrenie mozgu – nález intrakraniálnej arachnoidálnej cysty.

Zdroj: <https://sonoworld.com/TheFetus/page.aspx?id=2913>

Nález si následne vyžaduje detailnejšie diagnostické doriešenie v zmysle doplnenia **MR vyšetrenia mozgu**, ktoré jednak potvrdí samotnú diagnózu intrakraniálnej arachnoidálnej cysty, jednak určí eventuálny vplyv cysty na okolité mozgové tkanivo, jej expanzivitu a prítomnosť hydrocefalu. V rámci MR vyšetrenia mozgu je dôležité posúdenie eventuálnych zmien signálu mozgového tkaniva priľahlého k arachnoidálnej cyste a komunikácie cysty s prirodzenými likvorovými priestormi, čo neurochirurgovi pomôže pri stanovení indikácie operačnej intervencie. V rámci realizovania MR vyšetrenia mozgu je súčasne veľmi dôležité odlíšenie arachnoidálnej cysty od iných cystických patologických lézií, napr. cystických nádorov. Veľmi cennou súčasťou MR vyšetrenia mozgu je MR cisternografia, ktorá umožňuje detailné posúdenie dynamiky likvorového subarachnoidálneho a intraventrikulárneho priestoru a definovanie komunikácie arachnoidálnej cysty s prirodzenými likvorovými priestormi.

## 5.6 Liečba

Liečba arachnoidálnych cýst u detí, ale aj u dospelých, predstavuje stále kontroverznú tému. V rámci **indikácie operačnej liečby** je dôležitým faktorom korelácia medzi grafickým nálezom na MR vyšetrení mozgu, subjektívnymi ťažkosťami a objektívnymi príznakmi, ktoré sú vyjadrené v klinickom obraze pacienta. Z hľadiska indikácie operačnej intervencie sa v MR

obrazu u pacienta s nálezom intrakraniálnej arachnoidálnej cysty posudzuje veľkosť a lokalizácia cysty, známky expanzivity cysty, zmeny signálu príľahlého mozgového tkaniva, komunikácia cysty s prirodzenými likvorovými priestormi a súčasná prítomnosť aktívneho hydrocefalu.

Rozhodnutie o zvolenej liečebnej modalite nie je jednoduché. V súčasnosti totiž stále neexistujú jednoznačné odporúčania pre voľbu optimálneho liečebného postupu. V rámci indikácie chirurgickej liečby sa odporúča dodržiavať prísne indikačné pravidlá a operovať len tých pacientov, u ktorých sú klinické príznaky s vysokou pravdepodobnosťou spôsobené práve arachnoidálnou cystou. Arachnoidálne cysty s potvrdenou komunikáciou s prirodzenými likvorovými priestormi sa operovať neodporúča. Vo všeobecnosti sa chirurgický výkon indikuje pri veľkých nekomunikujúcich, alebo nekompletno komunikujúcich, symptomatických cystách, pri arachnoidálnych cystách, ktoré buď spôsobujú hydrocefalus, alebo praskli, prípadne zakrvácali.

Bolesť hlavy je indikáciou na chirurgickú liečbu len v prípadoch, kedy je spojená s intrakraniálnou hypertenziou (edém papily zrakového nervu), alebo s iným závažným symptómom. Epileptické záchvaty sú indikáciou na operáciu v prípadoch, keď je objektivizovaná fokálna epileptická aktivita v blízkosti arachnoidálnej cysty a epilepsia je farmakorezistentná. Zaostávanie v psychomotorickom vývoji nie je indikáciou na operačné riešenie, pretože u pacientov so zaostávaním vývoja indikovaných na operáciu pre iné symptómy nenastalo zlepšenie psychomotorického vývoja. Niekedy sa operácia indikuje aj pri neprítomnosti iných klinických príznakov, a to pre predpokladaný útlak štruktúr okolo cysty s cieľom umožniť normálny vývoj centrálného nervového systému. V tejto indikácii je prínosné posúdenie MR signálu mozgu v tesnej blízkosti arachnoidálnej cysty.

**Režim observácie** sa využíva v prípadoch, keď sú intrakraniálne arachnoidálne cysty malej veľkosti, bez mass efektu na okolité mozgové tkanivo, nespôsobujú obštrukciu prirodzených likvorových ciest a komunikujú s likvorovými priestormi. Všeobecne je známe, že niektoré arachnoidálne cysty, hlavne u mladších detí, môžu spontánne regredovať.

**Chirurgická liečba** spočíva buď v odstránení cysty, alebo v uvoľnení útlaku na okolité tkanivo. Spravidla sa indikuje pri symptomatických, veľkých, nekomunikujúcich, alebo len čiastočne komunikujúcich cystách. Možnosti neurochirurgickej intervencie sú nasledovné:

1. kraniotómia s mikrochirurgickou excíziou alebo fenestráciou cysty
2. endoskopický operačný výkon

3. drenážne operácie

4. stereotaktická aspirácia cysty (realizuje sa zriedkavo).

Za štandardný postup v operačnej liečbe arachnoidálnych cýst sa stále považuje realizovanie **kraniotómie s mikrochirurgickým ošetrovaním cysty**, ktoré spočíva buď v jej fenestrácii, alebo v kompletnom odstránení aj so stenou cysty. Táto forma operačnej liečby býva účinná, ide však o pomerne invazívny operačný výkon s možnými komplikáciami a rizikami ako napríklad rozvoj pooperačnej neuroinfekcie a meningitídy, subdurálne hematómy, pooperačná likvorea a epileptické záchvaty.

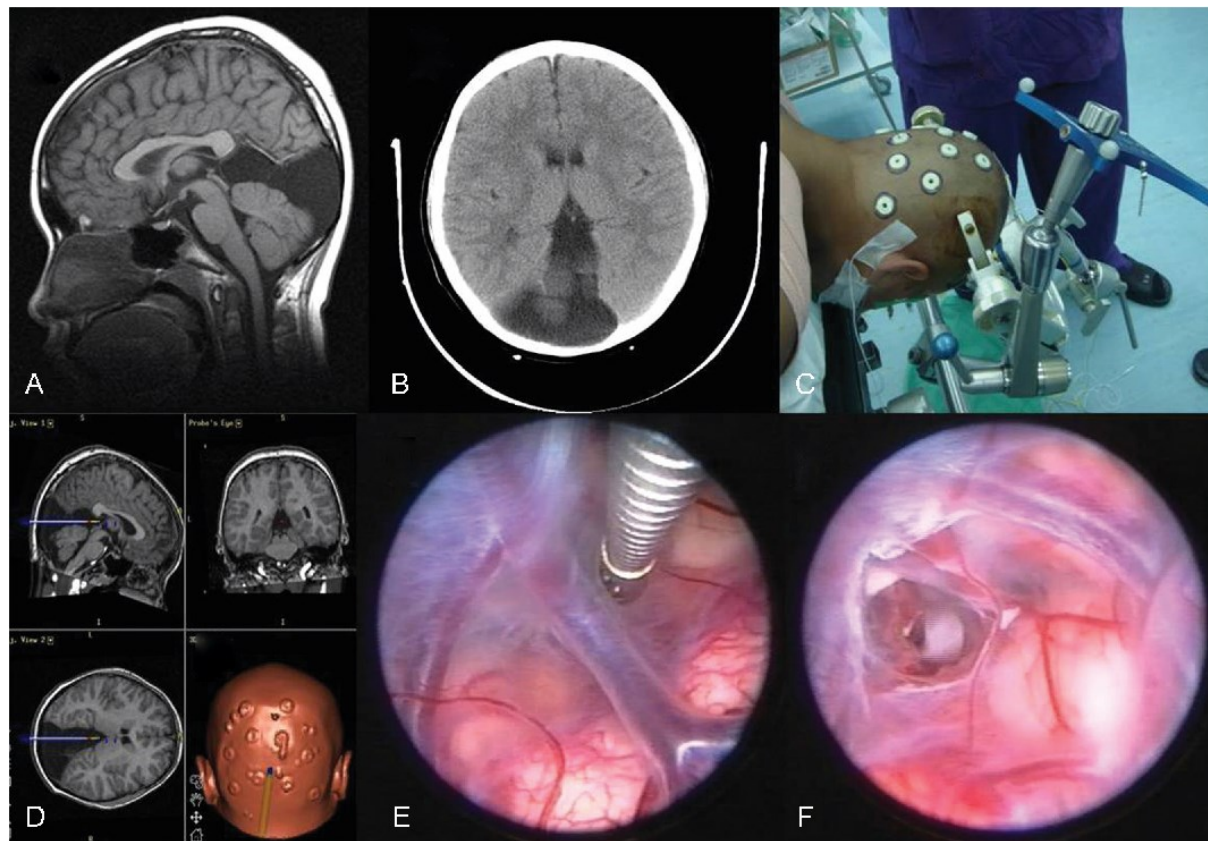
Medzi **endoskopické operačné výkony** patria: cystoventrikulostómia, cystocisternostómia, ventrikulocystocisternostómia alebo ventrikulostómia III. komory. Operačné výkony sú realizované pomocou neuroendoskopu a neuronavigácie (obr. 7). Endoskopické operačné výkony umožňujú fenestráciu arachnoidálnej cysty do prirodzených likvorových priestorov – buď do mozgovej komory alebo do bazálnych likvorových priestorov. V prípade súčasného výskytu hydrocefalu, obzvlášť obštrukčného, sa odporúča realizovať aj ventrikulostómiu III. mozgovej komory. Po endoskopickej fenestrácii arachnoidálnej cysty je vhodné cystu a mozgovú komoru dôkladne prepláchnuť, aby sa odstránili eventuálne krvné koagulá, ktoré by mohli viesť ku vzniku adhézii a uzáveru novovytvorenej komunikácie. Vo väčšine prípadov sa po endoskopických operáciách arachnoidálnych cýst pozoruje redukcia objemu cysty, ale nie jej úplné vymiznutie.

**Drenážne operačné výkony** sú v porovnaní s endoskopickými technicky menej náročné. V klinickej praxi sa najčastejšie využívajú nasledovné **zkratky (shunty)**:

- cystoperitoneálny shunt
- ventrikuloperitoneálny shunt
- subduroperitoneálny shunt.

Ide o zavedenie katétra do mozgovej komory, arachnoidálnej cysty alebo subdurálneho priestoru a jeho následné pripojenie na ventil, z ktorého distálne pokračuje katéter, zavedený do peritoneálnej dutiny (obr. 8). V prípadoch s výraznými prejavmi intrakraniálnej hypertenzie a kombinácie s aktívnym hydrocefalom sa preferuje inzercia shuntu už v rámci prvotného operačného výkonu. V ostatných prípadoch sa prvotný operačný výkon realizuje bez inzercie shuntu, ktorý sa eventuálne zavádza až počas druhého operačného výkonu v prípade recidívy arachnoidálnej cysty alebo rozvoja aktívneho hydrocefalu. V skupine detí veku do 2 rokov s makrocefáliou aj bez zjavného aktívneho predoperačného hydrocefalu

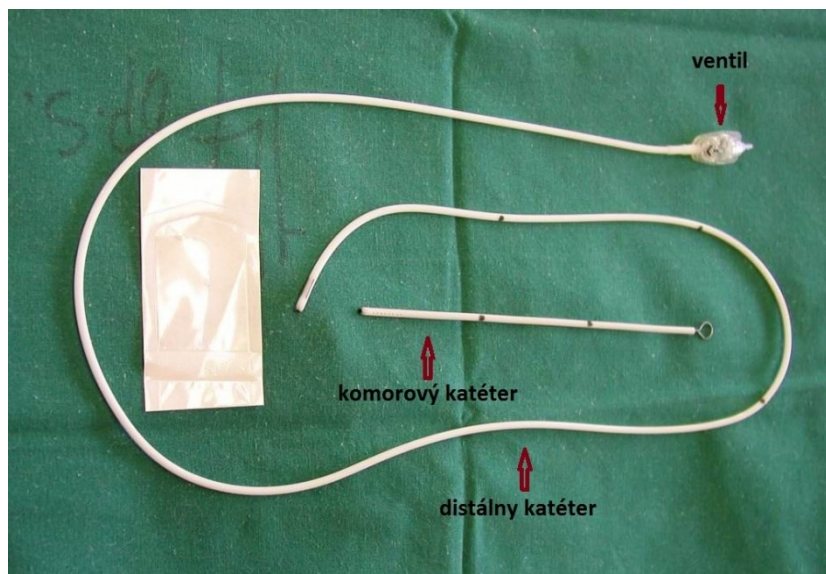
býva prítomná latentná porucha cirkulácie likvoru, a preto v tejto skupine detí treba uvažovať o inzercii shuntu už počas prvotného operačného výkonu. V tomto prípade je vhodná buď otvorená, alebo endoskopická fenestrácia cysty so súčasným zavedením shuntu.



**Obrázok č. 7: Endoskopická liečba intrakraniálnej arachnoidálnej cysty s využitím neuronavigácie (Idris a kol. 2016)**

Najčastejšie **príčiny potreby zavedenia shuntu u detí po operácii arachnoidálnej cysty** sú:

1. zmena správania hydrocefalu v pooperačnom období na aktívny progresívny hydrocefalus
2. recidíva arachnoidálnej cysty
3. dočasná nadprodukcia likvoru z dôvodu pooperačného stavu, alebo prebehnutej aseptické meningitídy
4. predoperačne prítomné subdurálne kolekcie
5. klinické prejavy intrakraniálnej hypertenzie pred prvotným operačným výkonom
6. pooperačné subgaleálne likvorové kolekcie u pacientov s vysokým denným odvádzaním likvoru v prípade zavedenia externej komorovej drenáže (porucha cirkulácie likvoru), ktorá sa manifestovala až pooperačne po fenestrácii cysty.



**Obrázok č. 8: Vnútorý drenážny systém – shunt**

Pri indikácii inzercie vnútorného drenážneho systému (shuntu) je potrebné si uvedomiť niekoľko dôležitých skutočností: výskyt infekčných komplikácií vnútorných drenážnych systémov, riziko malfunkcie shuntu (obštrukcia ventilu, nefunkčnosť programovateľného ventilu, obštrukcia proximálneho alebo distálneho katétra), hyperdrenáž (predrénovanie) pacienta, vznik závislosti pacienta na drenážnom systéme (shunt-dependentnosť).

U detí s inzerciou cystoperitoneálneho shuntu sa zistila rýchlejšia rádiologická úprava arachnoidálnej cysty. Pri endoskopickej aj otvorenej fenestrácii arachnoidálnej cysty nastáva síce pomalšia rádiologická úprava, ale miera komplikácií operačnej intervencie je nižšia. Preto sa v súčasnosti odporúča skôr realizácia endoskopickej fenestrácie alebo otvorenej fenestrácie arachnoidálnej cysty cez malú kraniotómiu.

Význam čoraz častejšie používaných endoskopických metód spočíva hlavne v ich menšej invazivite v porovnaní s klasickými otvorenými metódami, ktoré využívajú prístup cez kraniotómiu. Pri porovnaní výsledkov jednotlivých typov operačných intervencií sa v liečbe arachnoidálnych cýst zistil približne rovnaký dlhodobý outcome.

## 5.7 Komplikácie

Najčastejšou komplikáciou intrakraniálnej arachnoidálnej cysty je buď **ruptúra cysty**, alebo **krvácanie**. Riziko ruptúry cysty alebo zakrvácania sa zvyšuje s narastajúcou veľkosťou cysty a recentným úrazom hlavy. Prejavom ruptúry inak asymptomatickej cysty býva krvácanie v cyste, príľahlý subdurálny hematóm alebo hydróm.



Medzi najčastejšie komplikácie operačnej liečby arachnoidálnych cýst patrí najmä **recidíva cysty**. Reoperácia je indikovaná u pacientov, kedy sa objaví recidíva klinických príznakov cysty a progresia veľkosti cysty s nárastom jej objemu. Ďalšou možnou príčinou reoperácie je **rozvoj hydrocefalu** s nutnosťou realizovania drenážneho výkonu. Najčastejšou príčinou recidívy arachnoidálnej cysty je obštrukcia v oblasti operačne vytvorenej fenestrácie / komunikácie cysty s prirodzenými likvorovými priestormi. Z tohto hľadiska je veľmi dôležitá dokonalá hemostáza počas operačného výkonu, lebo krvácanie v operačnom teréne vedie buď k upchatiu vytvorenej stómie krvným koagulom, alebo spôsobuje tvorbu adhézii s následným uzáverom fenestrácie cysty. Vo všeobecnosti sa dá konštatovať, že zlyhanie endoskopického výkonu sa odvíja od zvolenej operačnej techniky, veľkosti fenestrácie, inzercie cystocisternového katétra, prítomnosti hydrocefalu či peroperačného krvácania, prípadne od úspešnosti pokusu o odstránenie steny cysty.

Medzi ďalšie možné komplikácie patrí pooperačná **likvoreja**, prítomnosť **akútneho** alebo **chronického subdurálneho krvácania**, ktoré vznikajú najmä kvôli zmene tlakovo/objemových pomerov v intrakraniálnom priestore pri otvorení cysty a ako dôsledok poškodenia premostňujúcich vén. Závažnou pooperačnou komplikáciou je neuroinfekcia a vznik meningitídy. Samostatnou kategóriou infekčnej komplikácie je shuntová neuroinfekcia. Rozvoj neuroinfekcie a eventuálne opakované epizódy shuntovej infekcie negatívne ovplyvňujú psychomotorický vývin dieťaťa a funkčný výsledok realizovanej operačnej liečby.

**Subdurálne likvorové kolekcie (hygrómy)** vznikajú najčastejšie pri porušení vonkajšej membrány arachnoidálnej cysty - buď spontánne, po úraze, alebo po operácii. Ruptúra membrány arachnoidálnej cysty môže nastať aj v dôsledku Valsalvovho manévra ako následok lokálnej zmeny intrakraniálneho tlaku, alebo pri ľahkom úraze hlavy. Môže viesť ku klinickej manifestácii dovtedy asymptomatických cýst. Príznaky sa zväčša manifestujú v priebehu niekoľkých dní až týždňov. Prirodzený priebeh hygrómov je priaznivý, symptómy často spontánne ustúpia. Pri indikácii chirurgickej liečby sa preferuje evakuácia subdurálneho hygrómu, prípadne aj s odstránením cysty, alebo zavedenie cystoperitoneálnej, resp. subduroperitoneálnej drenáže. Možnosť zavedenia drenáže by sa mala ponechať v rezerve pre recidivujúce a progredujúce subdurálne hygrómy.

## **Zoznam použitej literatúry**

AL-HOLOU WN, YEW AY, BOOMSAAD ZE, GARTON HJ, MURASZKO KM, MAHER CO. Prevalence and natural history of arachnoid cysts in children. *J Neurosurg Pediatr.* 2010; 5(6): 578–585.

ALI ZS, LANG SS, BAKAR D, STORM PB, STEIN SC. Pediatric intracranial arachnoid cysts: comparative effectiveness of surgical treatment options. *Childs Nerv Syst.* 2014; 30(3): 461–469.

ALI M, BENNARDO M, ALMENAWER SA, ZAGZOOG N, SMITH AA, DAO D, AJANI O, FARROKH YARF, SINGH SK. Exploring predictors of surgery and comparing operative treatment approaches for pediatric intracranial arachnoid cysts: a case series of 83 patients. *J Neurosurg Pediatr.* 2015; 16(3): 275–282.

AZAB WA, ALMANABRI M, YOSEF W. Endoscopic treatment of middle fossa arachnoid cysts. *Acta Neurochir (Wien).* 2017; 159:2313–2317.

BALDAWA S, BALDAWA S, BALDAWA P, SARDA R, HOGADE S. Perinatal rapid enlargement of suprasellar-prepontine arachnoid cyst: Report of case and literature review. *J Pediatr Neurosci* 2017;12:280–284.

BERLE M, WESTER KG, ULVIK RJ, KROKSVEEN AC, HAALAND OA, AMIRY-MOGHADDAM M, BERVEN FS, HELAND CA. Arachnoid cysts do not contain cerebrospinal fluid: A comparative chemical analysis of arachnoid cyst fluid and cerebrospinal fluid in adults. *Cerebrospinal Fluid Res.* 2010; 10(7): 8.

CHOI JW, LEE JY, PHI JH, KIM SK, WANG KC. Stricter indications are recommended for fenestration surgery in intracranial arachnoid cysts of children. *Childs Nerv Syst.* 2015; 31(1): 77–86.

CINALLI G, SPENNATO P, COLUMBANO L, RUGGIERO C, ALIBERTI F, TRISCHITTA V, BUONOCORE MC, CIANCIULLI E. Neuroendoscopic treatment of arachnoid cysts of the quadrigeminal cistern: a series of 14 cases. *J Neurosurg Pediatr.* 2010; 6: 489–497.

CRESS M, KESTLE JR, HOLUBKOV R, RIVA-CAMBRIN J. Risk factors for pediatric arachnoid cyst rupture/hemorrhage: a case-control study. *Neurosurgery.* 2013; 72(5): 716–722.

DE KEERSMAECKER B, RAMAEKERS P, CLAUS F, WITTERS I, ORTIBUS E, NAULAERS G, VAN CALENBERGH F, DE CATTE L. Outcome of 12 antenatally diagnosed fetal arachnoid cysts: case series and review of the literature. *Eur J Paediatr Neurol.* 2015; 19(2): 114–121.

DI ROCCO F, YOSHINO M, OI S. Neuroendoscopic transventricular ventriculocystostomy in



treatment for intracranial cysts. *J Neurosurg.* 2005; 103:54-60.

EL-GHANDOUR NM. Endoscopic treatment of suprasellar arachnoid cysts in children. *J Neurosurg Pediatr.* 2011; 8(1): 6–14.

EL-GHANDOUR NM. Endoscopic treatment of middle cranial fossa arachnoid cysts in children. *J Neurosurg Pediatr.* 2012; 9(3): 231–238.

EL-GHANDOUR NM. Endoscopic treatment of intraparenchymal arachnoid cysts in children. *J Neurosurg Pediatr.* 2014; 14(5): 501–507.

IDRIS Z, TAN YC, KANDASAMY R, GHANI RI, ABDULLAH JM. Transfrontal Transaqueductal, Transtrigonal, and Suboccipital Infratentorial Supracerebellar Endoscopic Fenestration of Posterior Fossa Arachnoid Cysts: Three Surgical Cases. *Journal of Neurological Surgery. Central European Neurosurgery.* 2016; 78, 210–215.

INOUE K, SAKER A, OSAWA S, ALENCASTRO LF, MATSUSHIMA T, RHOTON AL JR. Microsurgical and endoscopic anatomy of the supratentorial arachnoidal membranes and cisterns. *Neurosurgery.* 2009; 65: 644–664.

KARABATSOU K, HAYHURST C, BUXTON N, O'BRIEN DF, MALLUCCI CL. Endoscopic management of arachnoid cysts: an advancing technique. *J Neurosurg.* 2007; 106:455-462.

KIMIWADA T, HAYASHI T, NARISAWA A, SHIRANE R, TOMINAGA T. Shunt placement after cyst fenestration for middle cranial fossa arachnoid cysts in children. *J Neurosurg Pediatr.* 2015; 31: 1–7.

KOLAROVSKI B, LIPINA R, RICHTEROVÁ R, OPŠENÁK R. Neurochirurgia v detskom veku. In: Dragula a kol.: Moderné trendy v detských chirurgických odboroch : 3. - : 1. vyd. ISBN 978-80-7228-747-5. - Ostrava : Librex Publishing, 2019; S. 280-388.

LI C, YIN L, JIANG T, MA Z, JIA G. Shunt dependency syndrome after cystoperitoneal shunting of arachnoid cysts. *Childs Nerv Syst.* 2014; 30: 471–476.

LI L, ALI M, MENEZES AH, DLOUHY BJ. Intracranial extradural arachnoid cyst in a child. *Childs Nerv Syst.* 2017; 33(12): 2201–2204.

MAHER CO, GARTON HJ, AL-HOLOU WN, TROBE JD, MURASZKO KM, JACKSON EM. Management of subdural hygromas associated with arachnoid cysts. *J Neurosurg Pediatr.* 2013; 12(5): 434–443.

MANKOTIA DS, SARDANA H, SINHA S, SHARMA BS, SURI A, BORKAR SA, SATYARTHEE GD, CHANDRA PS. Pediatric interhemispheric arachnoid cyst: an institutional experience. *J Pediatr Neurosci.* 2016; 11:29-34.

MUSTANSIR F, BASHIR S, DARBAR A. Management of Arachnoid Cysts: A Comprehensive Review . Cureus. 2018; 10(4): e2458. DOI 10.7759/cureus.2458

OERTEL JM, BALDAUF J, SCHROEDER HW, GAAB MR. Endoscopic cystoventriculostomy for treatment of paraxial arachnoid cysts. Clinical article. J Neurosurg. 2009; 110: 792–799.

RABIEI K, HÖGFELDT MJ, DORIA-MEDINA R, TISELL M. Surgery for intracranial arachnoid cysts in children-a prospective long-term study. Childs Nerv Syst. 2016; 32(7): 1257–1263.

Şenol N, YILMAZ Ö, Özdemir ÜS. Left Frontal Convexity Arachnoid Cyst Extending to Interhemispheric Fissure. Sinir Sistemi Cerrahisi Derg. 2014; 4(3):123-126.

SHIM KW, LEE YH, PARK EK, PARK YS, CHOI JU, KIM DS. Treatment option for arachnoid cysts. Childs Nerv Syst. 2009; 25(11): 1459–1466.

TAMBURRINI G, DAL FABBRO M, DI ROCCO C. Sylvian fissure arachnoid cysts: a survey on their diagnostic workout and practical management. Childs Nerv Syst. 2008; 24: 593–604.

TAN Z, LI Y, ZHU F, ZANG D, ZHAO C, LI C, TONG D, ZHANG H, CHEN Q. Children With Intracranial Arachnoid Cysts: Classification and Treatment. Medicine (Baltimore). 2015; 94(44):e1749. doi: 10.1097/MD.0000000000001749.

WESTERMAIER T, SCHWEITZER T, ERNESTUS RI. Arachnoid cysts. In: Ahmad SI. (eds) Neurodegenerative Diseases. Advances in Experimental Medicine and Biology, vol. 724. Springer, New York, NY. 2012.

ZADA G, KRIEGER MD, MCNATT SA, BOWEN I, MCCOMB JG. Pathogenesis and treatment of intracranial arachnoid cysts in pediatric patients younger than 2 years of age. Neurosurg Focus. 2007; 22(2): E1.

### Internetové zdroje

<https://es.slideshare.net/josegarciaalmeyda/eco-fetal-power-35607274>

<https://sonoworld.com/TheFetus/page.aspx?id=2913>

[https://operativeneurosurgery.com/doku.php?id=galassi type 1 middle cranial fossa arachnoid cyst](https://operativeneurosurgery.com/doku.php?id=galassi+type+1+middle+cranial+fossa+arachnoid+cyst)

<https://radiopaedia.org/cases/arachnoid-cyst-posterior-fossa-4>

[https://www.researchgate.net/figure/MRI-in-T1-sagittal-section-showing-a-large-trigeminal-cistern-arachnoid-cyst-at-the fig1\\_45168017](https://www.researchgate.net/figure/MRI-in-T1-sagittal-section-showing-a-large-trigeminal-cistern-arachnoid-cyst-at-the_fig1_45168017)

<https://radiopaedia.org/images/46091192>