

1. DELAVNICA O »ICP IN ZVD« V UKC MARIBOR



E-ZBORNIK

Urednik:

Tomaž Šmigoc

Avtorji:

Tomaž Šmigoc

Rok Končnik

Žiga Samsa

Andreja Petrun Möller

Jasmina Zorman

Slavica Grujič Somer

Fatime Osmani

Blanka Sajevec

Tatjana Vajdič

Alja Soršak

Emina Kasumović

Tehnični odbor:

Rok Končnik

Žiga Samsa

Recezent:

doc. dr. Janez Ravnik, dr. med.

Lektorirala

Marta Šmigoc

Oblikovanje:

Rok Končnik

Izdaja:

Oddelek za nevrokirurgijo, Univerzitetni klinični center Maribor

Objavljeno:

<https://www.ukc-mb.si/strokovna-srecanja/zborniki>

Kraj in leto izida:

Maribor, 2024

CIP - Kataložni zapis o publikaciji

Univerzitetna knjižnica Maribor

616.831-071/-073(082)(0.034.2)

DELAVNICA o "ICP in ZVD" (1 ; 2024 ; Maribor)

1. delavnica o "ICP" in ZVD" v UKC Maribor [Elektronski vir] : UKC Maribor, 20. 9. 2024 / [urednik Tomaž Šmigoc]. - E-zbornik. - Maribor : Univerzitetni klinični center, Oddelek za nevrokirurgijo, 2024

Način dostopa (URL): <https://www.ukc-mb.si/strokovna-srecanja/zborniki>

ISBN 978-961-7196-58-0 (Pdf)

COBISS.SI-ID 209673475

1. DELAVNICA O »ICP IN ZVD« V UKC MARIBOR

Organizacijski odbor

***Tomaž Šmigoc
Rok Končnik
Žiga Samsa
Hojka Rowbottom
Andreja Möller Petrun
Slavica Somer
Fatime Osmani
Tatjana Vajdič
Nina Bračič***

Strokovni odbor

***Tomaž Šmigoc
Janez Ravnik
Andreja Möller Petrun
Nives Matkovič Lonzarič
Saša Verdnik
Jasmina Zorman
Tatjana Vajdič***

Organizacija

***UKC Maribor, Oddelek za nevrokirurgijo in Oddelek za
anesteziologijo, intenzivno terapijo in terapijo bolečin.***

Soorganizatorji

Slovensko nevrokiruško društvo

Kraj in datum delavnice

UKC Maribor, 20.9.2024

PROGRAM

8:30 – 9:00 Registracija

Prvi sklop: Osnove in še kaj več o ICP in ZVD

9:00 - 9:20 Tomaž Šmigoc – Osnove ICP

9:20 – 9:40 Rok Končnik – Osnove ZVD

9:40 – 10:00 Žiga Samsa – Komplikacije ICP in ZVD

10:00 – 10:30 dr. Andreja Petrun Möller – Meritve ICP in interpretacija multimodalnih meritev v EIT

10:30 – 11:00 *Odmor*

Drugi sklop: Kako “negujemo” ICP in ZVD

11:00 – 11:20 Jasmina Zorman/Slavica Grujič Somer - Vstavitev ICP in ZVD v operacijski sobi ali urgentni enoti

11:20 – 11:40 Fatime Osmani/Blanka Sajevec - Zdravstvena nega in ICP in ZVD v enoti intenzivne terapije

11:40 – 12:10 Tatjana Vajdič/Emina Kasumović/Alja Soršak - Zdravstvena nega ZVD in lumbalne drenaže na oddelku

12:30 – 13:00 *Odmor*

Tretji sklop: Delavnice ICP in ZVD

13:00 – 15:00 Delavnica poteka na petih postajah po 30 minut. Teme postaj so: 1. Vstavitev in priklop ICP (Rowbottom, Zorman); 2. Multimodalni ICP (Košak, Verdnik); 3. Interpretacija ICP (Möller Petrun, Šmigoc) ; 4. Vstavitev in rokovanje z ZVD in lumbalno drenažo (Samsa, Vajdič, Soršak).

15:00 Zaključek delavnice

Vsebina

Sklop 1: O ICP in ZVD

Osnove ICP (T. Šmigoc)	1
Osnove ZVD (R. Končnik)	17
Zapleti pri ICP in ZVD (Ž. Samsa)	29
Multimodalni nadzor nad znotrajlobanjskim pritiskom, prekrvitvijo in oksigenacijo možganov (A.Petrún Möller) .	36

Sklop 2: Nega pacienta z ICP in ZVD

Vstavitev ICP in ZVD v operacijski sobi ali urgentni enoti (S. Somer Grujčič, J. Zorman, S. Tišler, K. Pečar Greif, K. Pongračič, S. Kocjan)	62
Zdravstvena nega in ICP in ZVD v enoti intenzivne terapije(F. Osmani, B. Sajavec)	87
Zdravstvena nega ZVD in lumbalne drenaže na oddelku(T. Vajdič, E. Kasumović, A. Soršak)	103

Predgovor

Praktično pri vsakem urgentnem intrakranialnem stanju pri bolnikih s hudo motnjo zavesti s strani nevrokirurga slišimo besedno zvezo »ICP in ZVD«. Vstavev merilcev intrakranialnega tlaka (ICP) je dobro znan in razširjen postopek, ki se opravlja v večini slovenskih bolnišnic. Zunanje ventrikularne drenaže (ZVD) pa pogosto pomenijo dodatno oskrbo teh hudo prizadetih bolnikov v vseh intenzivnih enotah slovenskih centrov s prisotnostjo nevrokirurgov. Dejali bi lahko, da gre za dva dobro znana in enostavna posega. Kljub relativno dobro poznani tematiki, pa se praktično vsakodnevno srečujemo s temami, kdaj in zakaj vstaviti ICP in ZVD, kako najbolj pravilno vstaviti, kakšna je najbolj primerna lega ICP senzorja, kdaj vstaviti kakšen tip senzorja, kako izvesti pravi priklop in kalibracijo, kaj vse nam pove meritev ICP, kako si razložiti podatke, ki jih dobimo, kdaj kaže pravilno, kaj narediti, če sumimo, da ne deluje, kako in kdaj izvesti menjave, kdaj ga odstraniti, kako rokovovati z ZVD, kako nastaviti zbiralno menzuro, koliko likvorja naj izteka, kako pogosto vzorčiti likvor, kako zamenjati vrečko, kaj nam povedo vrednosti v likvorju, kako z ZVD in lumbalno drenažo določiti intrakranialni tlak... A si znamo na vsa ta vprašanja odgovoriti? Z delavnico smo želeli raziskati teoretične osnove ICP in ZVD, razjasniti večino dvomov in podati predloge, kako najbolj optimalno uporabljati ICP in ZVD. Ob tem pa tudi praktično demonstrirati in preveriti naše poznavanje posegov in sistemov. S tema preprostima posegoma lahko z optimalno uporabo veliko doprinesemo k boljšim izhodom zdravljenja hudo prizadetih bolnikov z možganskim edemom, k reševanju in dvigu kvalitete njihovega življenja.

Tomaž Šmigoc, dr. med.

specialist nevrokirurg

Prvi sklop: O ICP in ZVD

Osnove ICP (Tomaž Šmigoc)

ICP: basics

Tomaž Šmigoc

Oddelek za nevrokirurgijo

Univerzitetni klinični center Maribor

Ljubljanska ulica 5, 2000 Maribor

IZVLEČEK

Merjenje intrakranialnega pritiska (ICP) predstavlja pomemben del intenzivnega zdravljenja bolnikov z možganskimi okvarami. Nekje 50 let se sedaj razvijajo meritve ICP. Z meritvijo ICP in krvnega tlaka lahko določimo srednji arterijski tlak (MAP) in možgansko perfuzijski tlak (CPP). Slednji pa je pomemben, saj odraža kakšen je pretok krvi v možganih (CBF), ki je pomemben za normalno delovanje možganov in preprečevanje sekundarnih okvar. Vzrok povišanemu ICP je lahko dodaten volume v lobanji kot je tumor, hematoma, potem motnje odtoka likvorja, motnje odtoka venske krvi... Zgornja meja ICP je 20-22 mmHg. Nad to mejo pričnemo z ukrepi za zniževanje ICP. Indikacija za vstavev ICP je hudo prizadet bolnik z GKS < 8, z na CT vidnimi spremembami ali pa brez CT vidnih sprememb, vendar z dejavniki tveganja za poslabšanje. Najpogosteje se uporabljajo intraparenhimski senzorji, zaradi enostavnosti vstavitve, nizke stopnje okužb in zapletov. V prihodnje je smiselno razviti potokole za vstavev in za rokovanje z ICP in ZVD.

KLJUČNE BESEDE: intrakranialni tlak, poškodbe glave, možganski edem, monitoring, intraparenhimski senzor

ABSTRACT

Measurement of intracranial pressure (ICP) is an important part of the intensive treatment of patients with brain injury. ICP measurements have been developing for about 50 years now. By measuring ICP and blood pressure, we can determine mean arterial pressure (MAP) and cerebral perfusion pressure (CPP). The latter is important because it reflects the blood flow in the brain (CBF), which is important for the normal functioning of the brain and the prevention of secondary injury. The cause of increased ICP can be an additional volume in the skull such as a tumor, a hematoma, then disorders of the outflow of cerebrospinal fluid, disorders of venous blood outflow... The upper limit of ICP is 20-22 mmHg. Above this limit, ICP-lowering measures are initiated. The indication for ICP insertion is a severely affected patient with GKS < 8, with CT-visible changes or without CT-visible changes but with risk factors for deterioration. Intraparenchymal sensors are most commonly used, due to ease of insertion, low rate of infections and complications. In the future, it makes sense to develop guidelines for insertion and for handling with ICP and ZVD.

KEY WORDS: intracranial pressure, head injuries, brain edema, monitoring, intraparenchymal sensor

UVOD

Povišan intrakranialni tlak (ICP) je lahko usodna posledica okvare možganov. Lahko je posledica poškodbe, tumorja centralnega živčnega sistema (CŽS), hidrocefalusa, hepatične encefalopatije ali motenega venskega odtoka krvi iz CŽS. Uspešno zdravljenje bolnikov s povišanim ICP zahteva pravočasno prepoznavanje, ustrezno uporabo invazivnega monitoringa in zdravljenje usmerjeno v zniževanje ICP in odpravljanje njegovega vzroka.

Temelje razmišljanju o ICP sta postavila Alexander Monro in njegov študent George Kellie, ki sta položila temelje fiziologije likvorja v zgodnjih letih 1800 z Monro-Kellie doktrino. Hans Queckenstedt je uvedel lumbalno iglo za merjenje tlaka v centralnem živčnem sistemu, kar predstavlja začetek dobe merjenja ICP. Harvey Cushing leta 1903 predstavi značilne znake povišanega ICP – arterijska hipertenzija, bradikardija in motnje dihanja (Cushingova triada). Leta 1926 v Monro-Kellie doktrino Cushing kot tretjo komponento doda likvor. Nato se tehnologija ICP progresivno razvije s prispevkom francoskih znanstvenikov Jean Guillaume in Pierre Janny, predvsem pa švedskega nevrokirurga Nilsa Lundberga, ki je leta 1950 intraventrikularni kateter povezal s transducerjem, ki je zapisoval intrakranialni tlak. Leta 1980 se začne uporabljati merjenje ICP pri subarahnoidnih krvavitvah (SAH) in poškodbah glave. Po letu 1995 začnemo govoriti o pospešeni uporabi ICP senzorjev. Danes lahko ICP merimo preko direktnih in indirektnih metod s številnimi napravami, kot so subarahnoidni bolt, mikrokatetri, telemetrični monitoring...(5)

Trenutno je nekje 50 let izkušenj z modernim merjenjem ICP. ICP je postal del zdravljenja življenje ogrožujočih okvar možganov. Služi, da opozori na večje mase, da prepreči in zdravi herniacijo in dvige tlaka, ki motijo prehrano možganov. Omogoča izračun CPP in oceno statusa cerebrovaskularne avtoregulacije. (6) Identificiranje in analiza

patoloških ICP valov napovedujeta razvoj intrakranialne hipertenzije, kadar je še cerebrovaskularni sistem za pritisk še reaktiven. (4)

Kljub sedaj že bogati tradiciji ICP merjenja, pa ostajajo še nekatere teme vedno kontraverzne, kot so indikacije za monitoring, prag vrednosti ICP, ki zahteva ukrepanje, zdravljenje intrakranialne hipertenzije. (6)

OSNOVNO O ICP

Pri poškodbah možganov je pomembno ohranjati zadosten pretok krvi skozi možgane, da zadosti potrebam možganov po kisiku. (1) Ukrepi so usmerjeni v preprečevanje sekundarnih okvar možganov tako po poškodbah glave, kot možganskih krvavitvah (9), okužbah...

Pri odraslih je intrakranialni prostor zaščiten z lobanjo in predstavlja zaprt, neelastičen prostor s prostornino od 1400 do 1700 ml. Od tega je približno 80 % (1400 ml) možganskega parenhima z zunajcelično tekočino, 10 % (150 ml) likvorja in 10 % (150 ml) krvi. Pritisk je enakomerno razporejen po lobanji. (1,2) Po Monro-Kellie doktrini je prostornina lobanje nespremenjena, zato povečanje volumna ali učinek mase lezije (tumor, hematoma, absces...) zahteva prenos drugih komponent ali povzroči porast ICP. Če se torej prostornina in pritisk ene komponente poveča, se poveča ICP v lobanji. ICP posledično sili druge sestavine iz lobanje (npr. skozi foramen magnum ali pri dekompresijskih kraniektomijah skozi defekt kraniektomije) dokler se ne zpostavi novo ravnovesje ICP. (1)

Možganski krvni pretok (CBF) določa volume krvi v intrakranialnem prostoru. Poveča se s hiperkapnijo in hipoksijo. Avtoregulacija CBF je lahko motena pri nevroloških okvarah, kar se lahko odraža v hitrem in hudem otekanju možganov, še posebej pri otrocih.

CBF je odvisen od možganskega perfuzijskega pritiska (CPP), ki je v povezavi z ICP in krvnim tlakom (ki pa ju lahko merimo).

$CPP = MAP \text{ (srednji arterijski tlak)} - ICP$

$MAP = \text{diastolični tlak} + (\text{sistolični tlak} - \text{diastolični tlak})/3$

CBF je konstanten zaradi avtoregulacije. Ta dopušča, da se velike razlike v sistemske krvnem tlaku le malo odražajo v spremembah CBF. Zaradi avtoregulacije bi se CPP moral v normalnih možganih znižati pod 40 mmHg, da bi se to odražalo na CBF. Normalen CPP za odrasle je nad 50 mmHg. $CPP > 120$ mmHg lahko povzroči hipertenzivno encefalopatijo. Povišan ICP (nad 22 mmHg) pri poškodbah možganov zelo vpliva na možgane, bolj kot CPP (dokler je večji kot 60-70 mmHg). Višje vrednost CPP ob visokih vrednostih ICP ne delujejo zaščitno. (1, 2)

Intrakranialna complianca – se določi kot sprememba volumna deljeno s spremembo pritiska. Ob večjih volumnih se pritisk poveča in complianca zniža. Del povečanega volumna se lahko kompenzira s premikom likvorja skozi foramen magnum ob hrbtenjačo ali zmanjšamo volumen možganske venske krvi preko venokonstrikcije in pomikom krvi v veno jugularis interno. Ko se kompenzacijski mehanizem izčrpa se zgodi velika sprememba pritiska ob majhni spremembi volumna, kar vodi do nenormalno visokih ICP. Počasi naraščajoče volumne lahko tudi dalj časa kompenziramo (npr.meningeomi). (1, 2, 7)

Ko ICP narašča nad intrakranialni arterijski pritisk, se arterijska kri iztisne in dovod nove je v lobanjo moten. Če ICP doseže MAP, arterijska kri ne more v lobanjo, ne more do možganov in pride do infarkta. Možganski edem ali večja masa (npr. hematoma) pritisne možganski parenhim skozi foramen magnum (cerebelarna herniacija), kar vodi do kompresije debla in smrti. (1)

Glavni vzroki povišanega ICP so:

- Intrakranialna masa (npr. tumor, hematom).
- Možganski edem (kot pri akutni hipoksi-ishemični encefalopatiji, velik možganski infarkt, huda poškodba možganov).
- Povečano nastajanje likvorja (npr. papilom horoidnega pleksusa)
- Zmanjšana absorpcija likvorja (npr. adhezije arahnoidnih granulacij po bakterijskem meningitisu).
- Obstruktivni hidrocefalus.
- Obstrukcija venskega odtoka (npr. tromboza venskih sinusov, pritisk na jugularno veno, operacija na vratu)
- Idiopatska intrakranialna hipertenzija (pseudotumor cerebri).

Normalne vrednosti ICP so (1):

- | | |
|------------------------------|----------------|
| - odrasli in starejši otroci | < 10 – 15 mmHg |
| - mlajši otroci | 3 – 7 mmHg |
| - dojenčki | 1,5 – 6 mmHg |

Vrednosti pri katerih sprožimo običajno ukrepe za zniževanje ICP so (3, 12):

- | | |
|----------------------|-----------|
| - odrasli | > 20 mmHg |
| - dojenčki in otroci | > 15 mmHg |
| - novorojenčki | > 10 mmHg |

Brain Trauma Foundation (BTF) je predlagal vrednosti za ukrepanje:

- za ICP – zdravljenje se naj začne, če je ICP nad 22 mmHg. Končna odločitev sledi na podlagi ICP, kliničnih znakov in CT glave.
- Za CPP: - prag za ishemijo je CPP manj kot 50- 60 mmHg.
 - Izogibati se agresivni uporabi tekočin in presorjev za vzdrževanje CPP (zaradi tveganja za ARDS)
 - priporočena vrednost CPP je > 60 – 70 mmHg.
 - Izogibati se CPP manj kot 50 mmHg
 - Zraven še monitorirati CBF, oksigenacijo in metabolite.
- Oksigenacija možganov:
 - Jugularna venska nasičenost krvi s kisikom < 50 % ali pritisk kisika v možganih manj kot 15 mmHg. (1)

POVIŠAN ICP

Znaki povišanega ICP so močan glavobol, siljenje na bruhanje, motnja zavesti, bruhanje, širjenje zenice, lena reakcija zenice, žariščni nevrološki izpadi, enostransko razširjenje zenice, obe zenici široki, papilede, Cushingova triada (bradikardija, plitko in neredno dihanje, hipertenzija), hipotenzija, atonija in sledi smrt. (1,2)

Ob povišanem ICP sledijo stopenjski ukrepi.

Če je ICP več kot 20-25 mmHg so prvotni ukrepi:

- dvig vzglavja,
- vrat v nevtralni poziciji,
- izogibanje nepotrebnemu pritisku na vrat,
- optimizacija ventilacije,
- sedacija,

- analgezija,
- relaksacija,
- kirurška evakuacija hematoma.

Nato sledijo sekundarni ukrepi:

- zunanja ventrikularna drenaža,
- inotropna zdravila,
- manitol,
- hipertonična fiziološka raztopina,
- diuretiki,
- hipotermija.

Terciarni ukrepi so:

- barbiturati,
- dekompresijska kraniektomija,
- dekompresijska laparotomija/torakotomija.(4)

ICP MONITORING

Vstavitev ICP je indicirana za še rešljive bolnike s hudo poškodbo glave (GCS < 8):

- z nenormalnim CT ob sprejemu (hematoma – EDH, SDH, ICH, kontuzijami, kompresijo bazalnih cistern, herniacijo, edemom);
- z normalnim CT, ampak dvema ali več dejavnikov tveganja:
 - o starost nad 40 let,
 - o sistolični krvni tlak pod 90 mmHg
 - o dekortikacijski ali decerebracijski odziv.(1)

Kriterij za vstavitev ICP skupine strokovnjakov s področja poškodb glave so:

- Komatozen (GCS < 8) bolnik s hudo poškodbo glave (TBI), s prvim CT, ki kaže minimalne poškodbe, ki se lahko poslabšajo.
- Komatozen bolnik s TBI z možganskimi kontuzijami, če je ukinitiv sedacije za preverbo nevrološkega stanja tvegana ali klinična ocena ni zanesljiva.
- Komatozen s TBI z veliko bifrontalno kontuzijo in/ali hematonom blizu možganskega debla, ne glede na prvotni GCS.
- Po sekundarni dekompresijski kraniektomiji, da se spremlja ICP.
- Po operacijah akutnih supratentorialnih hematomov:
 - o GCS motorične točke < 5.
 - o Nenormalnost zenic.
 - o Daljša/krajša hipoksija in/ali hipotenzija.
 - o Stisnjene ali zaprte bazalne cisterne.
 - o Pomik preko srednje linije za več kot 5 mm ali večja debelina ekstra-aksialne krvavitve.
 - o Dodatni ekstra-aksialni hematoma, parenhimske poškodbe, edem.
 - o Intraoperativno otekanje možganov.
- Politravmatizirani bolniki. (4)

Drugi kriteriji so še kot nevrološki:

- bolnik ne sledi ukazom (če lahko sledi ukazom in je GCS več kot 9 je manjše tveganje za visok ICP in se ga lahko klinično spremlja);
- bolnik, ki ne lokalizira ali sledi nevrološkemu pregledu.

Multiple poškodbe z motnjo zavesti (še posebej, če bo zaradi drugih stanj oz. potrebe po njihovem zdravljenju nevarnost visokega ICP – PEEP, večje količine infuzij).

CT- znaki povišanega ICP so masna lezija, premik preko sredine, iztisnenost bazalnih cistern. 1/3 jih ima po prvotno normalnem CT potem spremembe.(2) V nekje 13 % normalnih CT izvidov je lahko ICP povišan. Posebna previdnost je potrebna pri prisotnih dejavnikih tveganja za visok ICP (starost > 40 let, sistolični krvni tlak < 90 mmHg, decerebracijska ali dekortikacijska drža pri pregledu motoričnih funkcij). Pri prisotnih dveh ali več dejavnikih tveganja je 60 % tveganje za visok ICP. (1)

Kontraindikacije za vstavev ICP so:

- buden bolnik,
- motnje koagulacije,
- komatozni bolniki s poškodbo glave, ki so sprva imeli normalen ICP (ti morajo najprej na kontrolni CT).

Odstranitev ICP elektrode sledi, ko je ICP normalen 48 – 72 ur po ukinitvi terapije za ICP. Paziti je potrebno na nevarnost kasnejšega nastanka intrakranialne hipertenzije. Običajno so vrhovi intrakranialne hipertenzije po poškodbi glave 2. – 3. dan in drugi vrh je lahko tudi 9. – 11. dan.

Možni zapleti vstavljenega ICP senzorja so okužbe, krvavitve, nedelovanje ali obstrukcije sistema, nepravilna lega. Kljub temu korist merjenja ICP presega tveganja za bakterijsko kolonizacijo (okrog 1 – 10 %) in pomembno krvavitev (1%).

TIPI MONITORJEV

Delitev je lahko glede na anatomsko mesta: intraventrikularni, intraparenhimski, subarahnoidni, epiduralni.

INTRAVENTRIKULARNI – kot zlati standard katetrov za ICP monitoring. Vstavljeni so v ventrikularni sistem in povezani z

drenažno vrečko in povezani s transducerjem za pritisk. Prednost je enostavna in točna meritev. Problem pa pravilna vstavitve ob ozkih ventriklih in edemu, okužbe in krvavitve.

INTRAPARENHIMSKI - enostavni za vstaviti, mala verjetnost za okužbo in krvavitev (manj kot 1%). Problem izmaknitve, mehanične okvare.

SUBARAHNOIDNI – majhno tveganje za okužbo in krvavitev, ampak se pogosto zamašijo, so nezanesljivi.

EPIDURALNI – netočni. Uporabljajo se pri koagulopatijah pri hepatici encefalopatiji. (2)

DODATNO O ICP

Omenjali smo da je pritisk v lobanji enakomerno razporejen. Po občutku pa pritisk v zadnji kotanji ni enak supratentorialnemu. Malo raziskav je opravljenih. Meta-analiza je zajemala 27 bolnikov z infratentorialno patologijo. Signifikantno so bile višje infratentorialne ICP vrednosti kot supratentorialne po 12h do 24h od začetka težav. Po 48-72 urah ni več signifikantne razlike. Transtentorialni gradient vodi do signifikantne diskrepance med supra- in infratentorialno ICP. Infratentorialni ICP monitoring je svetovan v primeru lezij zadnje kotanje v prvih 48h. (11)

Obstajajo tudi neinvazivne metode merjenja ICP. Te so še nezanesljive, potrebne so še dodatne raziskave, malo so uporabljene v klinični praksi: transkranialni dopler, analiza tkivne resonance (TRA), očesna sonografija – merjenje preseka optičnega živca, intraokularni pritisk - tonometrija, venska oftalmodinamometrija,

premik timpanične membrane, EEG, NIRS, pupilometrija, tlak anteriorne fontanele... (2, 8)

Razvija se telemetrični monitoring ICP. Indikacije so :

- testiranje delovanja likvorskega obvoda (46%).
- Kontrola ICP po posegu (36%).
- Diagnostika intrakranialne hipertenzije (22%).
- Hidrocefalus (12%).

To omogoča tudi možnost dolgoročnega ICP monitoring. Zapleti so v 7,1 %. (10)

POSTOPEK VSTAVITVE ICP

Potem, ko postavimo indikacijo za vstavev ICP, pristopimo k vstavitvi. Vstavitev ICP se lahko opravi kot obposteljni postopek. V naši obravnavi pacientov s hudo prizadetostjo možganov, se takoj po opravljeni CT diagnostiki postavi indikacija za vstavev ICP, samo ICP ali dodatna ZVD, ali pa za drugo kirurško ukrepanje. Tako želimo ICP vstaviti čimprej in dobiti čimprej vrednost in informacijo o stopnji možganskega edema. Velikokrat se tako ICP vstavi v reanimacijskem prostoru, nato sledijo vstavitve ICP v operacijski dvorani (običajno po kirurškem posegu odstranitve intrakranialne krvavitve ali dekompresijski kraniektomiji), nato pa vstavitve v enotah za intenzivno nego in terapijo (običajno bolniki s kasnejšimi poslabšanji, možganskimi edemi zaradi ishemičnih dogodkov ali okužbe). S strani asepse so najbolj optimalni pogoji v operacijski dvorani. Z ustreznim pristopom, upoštevanjem asepse, lastne zaščite pa tudi z vstavitvijo ICP v reanimacijskih prostorih ali v intenzivnih enotah ne ogrožamo bolnika.

Pripravimo si kirurško mrežo in set za pripravo operativnega polja. Glavo namestimo naravnost. Zatilje podpremo z blazino ali zvito rjuho. Pobrijemo del lasišča ali celotno lasišče. V primeru samo vstavitve ICP se običajno pobrije le del lasišča.

Določimo mesto vstavitve elektrode. Običajno mesto vstavitve ICP je frontalo desno v Kocherjevi točki (11 cm nad nosnim korenem in 2-3 cm (2 prsta) stran od sredine v desno)

Umijemo in pripravimo operativno polje.

V primeru vstavitve intraparenhimskega senzorja preko vijačnega nastavka (bolt) naredimo 5 mm veliko incizijo kože vse do kosti. Na akumulatorskem vrtalniku si nastavimo globino svedra, na običajno nekje 1,5 – 2 cm. Toliko, da gre sveder čez kožo in celotno debelino kosti. Lahko se uporablja tudi ročne vrtalnike. Pričnemo z vrtnjem, ki je pravokotno na lobanjo. Ob tem se čuti najprej zmanjšanje upora, ko prevrtamo prvi kortikalis, tako da smo pri vrtnju drugega nekoliko bolj pozorni, da ne zavrtamo preveč globoko v parenhim.

Sledi vstavev vijačnega nastavka. Tega privijamo v vrtino s pomočjo posebnega priloženega orodja za vijačenje. Ob tem moramo paziti, da vijačimo naravnost v osi, da ne krožimo preveč z nosilcem in tako uničimo navoj na nosilcu in v vrtini.

Nato s priloženim kaveljčkom skozi nosilec prebodemo duro in arahnoidno membrano.

Sledi vstavev ICP elektrode. Vstavimo jo do globine nekje 5 cm, na robu vijačnega nastavka. V parenhim mora segati nekje 2 cm. Z globljimi vstavitvami lahko pridemo v ventrikularni sistem ali pregloboko.

Nato senzor pričvrstimo s prozornim pokrovčkom. Dodatno ga lahko pričvrstimo še s prišitjem katetra preko belega in modrega metuljčka.

Povežemo ga z monitorjem. Sistem je že umerjen. Po priklopu elektrod, stisnemo ničenje na povezovalnem kablu med ICP in monitorjem.

Preverimo vrednost ICP in izrisano krivuljo. Očistimo in prelepimo rano.

V kolikor ICP elektrodo vstavljamo po kranitomiji ali kraniektomiji in ne uporabimo nosilca, enako elektrodo vstavimo v zaključni fazi operacije, preden se zašije dura. Najprej si skozi kožo izpeljemo ICP elektrodo – dolžina tunelacij nekje 5 cm, da zmanjšamo verjetnost okužbe. Nato koaguliramo korteks in prebodemo arahnoidno membrano. Vstavimo ICP elektrodo do globine 2 cm. Na izstopu iz kože senzor pričvrstimo. Ves ostali postopek je enak kot klasična vstavitev ICP.

ZAKLJUČEK

Meritev ICP predstavlja pomemben del intenzivnega zdravljenja bolnikov z okvaro možganov. Ni pomembna samo številčna vrednost v danem trenutku, ampak se v ospredje pričenja postavljati pomen krivulje, kakšne so vrednosti ICP v nekem časovnem obdobju, kakšna so njihova nihanja. Tudi tehnološki razvoj doprinaša vedno bolj natančne senzorje, zmanjšuje njihovo invazivnost. Potrebni pa so še razvoji in raziskave na področju multimodalnega merjenja ICP, telemetrije, uporabnosti v praksi. Za uspešno izvajanje vstavitve ICP elektrod in zmanjševanje morebitnih zapletov je smiselno oblikovanje protokola za vstavitev ICP in rokovanje z ICP.

LITERATURA:

1. Mark S. Greenberg. Greenberg's Handbook of Neurosurgery. 10th edition. New York, 2023.
2. Smith ER, Amin-Hanjani S. Evaluation and management of elevated intracranial pressure in adults. Up to date, 2024 - <https://www.uptodate.com/contents/evaluation-and-management-of-elevated-intracranial-pressure-in-adults>
3. Strojnik T. Izbrana poglavja iz nevrokirurgije. 1. Izd. Medicinska fakulteta, Maribor, 2010.
4. Oxford Textbook of Neurological Surgery. Oxford University Press, 2019.
5. Sonig A, Jumah F, Raju B, Patel NV, Gupta G, Nanda A. The Historical Evolution of Intracranial Pressure Monitoring. World Neurosurg. 2020 Jun;138:491-497. doi: 10.1016/j.wneu.2020.03.028. Epub 2020 Mar 14. PMID: 32179192.
6. Hawryluk GWJ, Citerio G, Hutchinson P, Kolias A, Meyfroidt G, Robba C, Stocchetti N, Chesnut R. Intracranial pressure: current perspectives on physiology and monitoring. Intensive Care Med. 2022 Oct;48(10):1471-1481. doi: 10.1007/s00134-022-06786-y. Epub 2022 Jul 11. Erratum in: Intensive Care Med. 2023 Mar;49(3):384. doi: 10.1007/s00134-023-06977-1. PMID: 35816237.
7. Cucciolini G, Motroni V, Czosnyka M. Intracranial pressure for clinicians: it is not just a number. J Anesth Analg Crit Care. 2023 Sep 5;3(1):31. doi: 10.1186/s44158-023-00115-5. PMID: 37670387; PMCID: PMC10481563.
8. Nag DS, Sahu S, Swain A, Kant S. Intracranial pressure monitoring: Gold standard and recent innovations. World J Clin Cases. 2019 Jul 6;7(13):1535-1553. doi: 10.12998/wjcc.v7.i13.1535. PMID: 31367614; PMCID: PMC6658373.

9. Addis A, Baggiani M, Citerio G. Intracranial Pressure Monitoring and Management in Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage. *Neurocrit Care*. 2023 Aug;39(1):59-69. doi: 10.1007/s12028-023-01752-y. Epub 2023 Jun 6. PMID: 37280411; PMCID: PMC10499755.
10. Omidbeigi M, Mousavi MS, Meknatkhah S, Edalatfar M, Bari A, Sharif-Alhoseini M. Telemetric Intracranial Pressure Monitoring: A Systematic Review. *Neurocrit Care*. 2021 Feb;34(1):291-300. doi: 10.1007/s12028-020-00992-6. PMID: 32430803.
11. Won SY, Dubinski D, Hagemeyer J, Behmanesh B, Trnovec S, Bernstock JD, Freiman TM, Gessler F. Intracranial pressure monitoring in posterior fossa lesions-systematic review and meta-analysis. *Neurosurg Rev*. 2022 Jun;45(3):1933-1939. doi: 10.1007/s10143-022-01746-y. Epub 2022 Feb 3. PMID: 35118578; PMCID: PMC9160102.
12. Pedersen SH, Lilja-Cyron A, Astrand R, Juhler M. Monitoring and Measurement of Intracranial Pressure in Pediatric Head Trauma. *Front Neurol*. 2020 Jan 14;10:1376. doi: 10.3389/fneur.2019.01376. PMID: 32010042; PMCID: PMC6973131.
13. Zoerle T, Beqiri E, Åkerlund CAI, Gao G, Heldt T, Hawryluk GWJ, Stocchetti N. Intracranial pressure monitoring in adult patients with traumatic brain injury: challenges and innovations. *Lancet Neurol*. 2024 Sep;23(9):938-950. doi: 10.1016/S1474-4422(24)00235-7. PMID: 39152029.

Osnove ZVD (Rok Končnik)

External ventricular drainage: basics

Rok Končnik

rok@koncnik.si

Oddelek za nevrokirurgijo

Univerzitetni klinični center Maribor

Ljubljanska ulica 5

2000 Maribor

Izvleček

Zunanja ventrikularna drenaža (ZVD) ali ventrikulostomija je eden izmed najpogostejše izvedenih nevrokirurških posegov in se uporablja za dreniranje likvorja, krvavitve v ventrikularnem sistemu oziroma za potrebe nadzora intrakranialnega pritiska. Pri omenjenem posegu se vstavi fleksibilni kateter v ventrikularni sistem, ki se nadalje poveže z zunanjim zbiralnim sistemom s čimer pridobimo zaprt sistem za nadzorovano drenažo. Ob tem se uporablja razlika v gravitacijskem tlaku za nadzorovan vlek in kontrolirano drenažo. ZVD tako predstavlja urgenten poseg, nedelovanje katerega lahko akutno ogrozi pacientovo življenje, zato je potrebna posebna skrb in nega za zagotovitev pravilnega delovanja in izogib zapletom (malpozicija, okužba, kraviatvev ali zamašitev sistema) in v primeru nedelovanja tudi pravočasno ukrepanje za razrešitev življenje ogrožajočega stanja.

Ključne besede

Zunanja ventrikularna drenaža, ventrikulostomija, intrakranialni pritisk, likvor, intraventrikularna hemoragija, hidrocefalus

Abstract

External ventricular drainage (EVD), also known as ventriculostomy, is one of the most commonly used critical neurosurgical procedures to manage elevated intracranial pressure (ICP) and treat conditions such as hydrocephalus or intraventricular haemorrhage. In this procedure, a flexible catheter is inserted into the ventricular system of the brain to drain excess cerebrospinal fluid and monitor intracranial pressure. After placement, the EVD system is connected to an external collection device. The drainage system utilises gravity and the pressure gradient between the ventricles and the collection device to facilitate CSF drainage. The EVD system must be carefully monitored to ensure proper function and to avoid complications such as infection, misplacement, haemorrhage or catheter blockage. Correct placement, careful monitoring and rapid management of complications are essential for the successful use of EVD.

Key Words

External ventricular drain, ventriculostomy, intracranial pressure, cerebrospinal fluid, intraventricular hemorrhage, hydrocephalus

Uvod

Nastavitev zunanje ventrikularne drenaže (v nadaljevanju: ZVD) predstavlja najpogostejše opravljan nevrokirurški poseg in vključ temu, da od prve poročane drenaže ventrikularnega sistema mineva četrto tisočletje – francoski anatom in kirurg Laude-Nicolas la Chat (1700-1768) – predstavlja ZVD še danes nepogrešljiv urgenten poseg za razrešitev akutnega hidrocefalusa. Sama nastavitev zahteva poznavanje anatomije samega ventrikularnega sistema in struktur, ki ga obdajajo za varno in učinkovito nastavitev hkrati pa skrbno in predano nego za preprečitev zapletov v povezavi z ZVD. (1,2)

ZVD oz. ventrikulostomija predstavlja zgolj enega izmed načinov drenaže likvorja in ima kot taka, svoje prednosti in slabosti. Gre za kontinuirano metodo drenaže v nasprotju z enkratno punkcijo ali intraoperativnim izpraznjenem cistern, kar omogoča dolgotrajnejši učinek, hkrati pa ima dalj časa trajajoča nastanitev svoje slabosti predvsem s stopnjo mašenja in naraščajočih z ZVD povezanih infektov. Za razliko od dolgotrajnih metod drenaže – ventrikuloperitonealne, ventrikulo atrialne, torkildsen (ventrikulocisternalnega) obvoda oz. ventrikuloplevralne ali lumboperitonealne drenaže omogoča dreniranje in praznjenje drenirane vsebine izven telesa, kar je še posebnega pomena pri stanjih z visokim številom celic v likvorju oz. proteinov, ki lahko mašijo ostale drenažne sisteme. Ob tem pa ZVD omogoča tudi supratentorialno drenažo, kar je pogosto prednost napram lumbalni punkcijo, zunanji lumbalni drenaži ali lumboperitonealni pri stanjih kjer obstaja možnost za z drenažo povzročeno herniacij možganovine. (1–5)

Vključ dostopnosti sodobne tehnologije tako endoskopske, nevronavigacijske ter slikovnodidiagnostične podpore pa se ZVD pretežno še zmeraj vstavlja glede na anatomske značilnosti, katere nam omogočajo zanesljivo in hitro vstavitve ter drenažo, ko je to potrebno.

Ventrikularni sistem in cerebrospinalni likvor

Za nastavek ZVD je pomembno poznavanje tarče, in sicer ventrikularnega sistema. Le-ta sestoji iz štirih med seboj komunicirajočih votlih in sicer parnih lateralnih ventriklov ter tretjega in četrtega ventrikla. Parna lateralna ventrikla sta oblikovana kot črki C in ležita globoko v cerebralni hemisferi in sestojita iz telesa, preddverja (atrija), ter frontalnega okcipitalnega ter inferiornega oziroma temporalnega roga. Stene lateralnega ventrikla predstavljajo: lateralno no. Caudatus ter talamus; medialno septum pellucidum in inferiorno telo fornixa; zgoraj corpus callosum; ter na dnu talamus, tretji ventrikel v predelu temporalnega roga pa hipokampus ter na anteriornem delu dna amigdala. Preko 3-4 mm velike ovalne odprtine v sprednjem polu telesa imenovane intraventrikularni oz. monrojeve foramen sta povezana s tretjim ventrikлом. Poleg same povezave in s tem pretoka likvorja pa monrojev foramen vsebuje tudi del horoidnega pleteža, ki se boši iz dna lateralnega ventrikla ter distalne veje medialne posteriorne horoidne arterije ter talamostriatno, superiorno horoidno ter septalno veno.(1)

Tretji ventrikel je medialna neparna kaviteta, ki je antero-superiorno povezana z lateralnim ventrikлом postero-inferiorno pa preko silvijevega akvadukta s četrtim. V atiki tretjega ventrikla se nahaja horoidni pletež in jo superiorno obdaja fornix. Anteriorna stena sestoji iz dveh kolumn fornixa, anteriorne komisure, lamine terminalis, optičnega recesususa ter optične kiazme. Dno tretjega ventrikla pa sestoji iz hipotalamičnega infundibuluma, tuber cinerineuma, para mamilarih telesc in tegmentuma. Posteriorno stena sestoji iz suprapinealnega recesususa, habenularne komisure

pinealne žleze, posteriorne komisure ter vhoda v silvijev akvadukt, ki predstavlja cca. 18 mm dolgo povezavo s četrtnim ventrikulom.(1)

Četrtni ventrikel se nahaja infratentorialno in je medialno ležeča romboidna kaviteta ki leži ventralno cerebelarno in posteriorno pontino. Kavdalno se nadaljuje v centralni kanal sicer pa se posteroinferiorno odpira v cisterno magno preko magendijeve foramine ter lateralno obojestransko preko formamine luschka v cerebelopontino cisterno.(1)

Likvor se tvori v horoidnih pletežih znotraj ventrikularnega sistema in se tako pretaka vse do duralne konveksitete, kjer se v arahnoidalnih granulacijah reabsorbira v krne žile. (1)

Anatomske točke za dostop do ventrikularnega sistema.

Obstaja več tipičnih točk, ki nam omogočajo varen dostop do ventrikularnega sistema. Uporaba sicer zavisi od specifičnih anatomske oz. patoloških procesov, npr. obstrukcijo v telesu tretjega ventrikla, tumorsko formacijo ali krvavitev intraventrikularno, poškodbo kože, vnetni proces itd. ki nam določajo strategijo nastavitve ZVD.(1–3,5)

Kocherjeva točka aka. koronarna točka

Najpogostejše uporabljana točka za dostop do ventrikularnega sistema, se nahaja 11 cm posteriorno za gabello oz. približno 1-2 cm anteriorno pred koronarno suturo in 3-4 cm lateralno od mediane. S tem se mesto penetracije možganovine nahaja v neelovkentem področju prav tako pa se izognemo venskim sinusom, mostnim venam ter zračnim sinusom. Z usmeritvijo trajektorija pravokotno na površino možganovine oz. s ciljanjem linij ipsilateralnega medialnega kantusa očesa in ravnine tragusa je na globini 6 cm pričakovati vstop

v frontalni rog stranskega ventrikla. V primeru pomika mediane se more le-ta upoštevati v prilagoditvi trajektorija glede na smer in velikost pomika. V kolikor ni razlogov za spremembo strani (večji hematom intraventrikularno, iztisnjen stranski ventrikel) se nastavlja ZVD desnostransko.(1,2,5,6)

Keenova oz. posteriorna parietalna točka

Točka se nahaja 2,5-3 cm za pino ušesa ter 2,5-3 cm nad le-to. Ob traektoriju pravotokno na površino možganovine se na globini 4-5 cm vstopi v trigonum stranskega ventrikla. Zgodovinsko gledano keenova točka ustreza tudi mestu, kjer so se drenirali najpogostejši cerebralni abscesi ob otitis mediji.(1,2)

Dandijeva točka

Nahaja se 3 cm nad in 2 cm lateralno od iniona. Pri pediatrični populaciji to običajno ustreza presečišču lambdine suture s srednjo pupilarno linijo. Trajektori se določi pravokotno na površino korteksa in na globini 4-5 cm se pričakuje vstop v okcipitalni rog. Pri omenjeni metodi je večja verjetnost vidnega izpada zaradi vstopa neposredno v bližini vidnega areala.(1,2)

Fraizerjeva točka

Ta vstopna točka se nahaja 6 cm nad in 4 cm laterlano od iniona. S pravokotno nastavitvijo katetra na korteks se v globini 4 cm se vstopi v predel okcipitalnega roga in s tem je mogoče nastaviti kateter po dolžini telesa stranskega ventrikla.(1,2)

Kaufmanova točka

Redkeje uporabljana, tudi zaradi kozmetičnega učinka, se nahaja 4 cm nad nasionom ter 3 cm lateralno od mediane linije. Kateter se

lahko nastavi na globino 6-7 cm ob čemer se vstopi v frontalni rog stanskega ventrikla in omogoča nastavitvev po dolžini le tega.(1,2)

Painova točka

Predstavlja intraoperativno točko za dostop in drenažo frontalnih rogov. Locira se na kortikalne topografske značilnosti in sicer 2,5 cm nad dnom sprednje možganske kotanje in 2,5 cm pred silvijevu fisuro. S pravokotno vstavitvijo katetra se na globini 4-5 cm vstopi v frontalni rog.(1,2)

Menovskijeva točka

Intraoperativna točka pri supraciliarni inciziji. Nahaja se neposredno pri vrtini za »key-hole« pristop na bazi frontalnega režnja. Kateter se usmeri pod kotom 45° mediano in 20° superiorno s čimer se na globini 5 cm vstopi v frontalni rog.(1,2)

Tubbova točka

Nahaja se medialno od srednje pupilarne linije nad streho orbite. S trajektorijem 45° mediano in 15-20° superiorno s čimer se na globini 7 cm vstopi v frontalni rog.(1,2)

Tehnika nastavitve ZVD

Najpogosteje se ZVD nastavi prostoročno glede na anatomske markerje. Glave je ob tem za 30° dvignjena od nivoja telesa, brez rotatornih gibov. Tako po tem ko si izpostavimo in pripravimo sterilno polje bodisi lokalno bodisi sistemsko injiciramo analgetik, nakar opravimo 5 cm linearno incizijo kože in podkožja. Po dobri hemostazi izvrtamo kraniotomsko vrtino, z kostnim voskom izpolnimo ev. krvaveče kostne trabekule ter odstranimo ev. preostanek kostne interne lamine. Nato opravimo križno incizijo dure di prikažemo

samo možganovino in glede na točko skozi cerebralno nastavitev vstavimo področno drenažno cevko z uvedeno stileto do ventrikularnega sistema. Ob pričakovani globini ventriklov začutimo nežno izgubi upora, ki običajno sovпада tudi s povratnim tokom likvorja po ZVD, tako odstranimo stileto, sam kateter poglobimo še za 1 cm, proksimalni del pa nato konektiramo s trokarjem in ga cca. 5 cm tuneliziramo po podkožju. Omenjena tunelizacija je pomembna kot primarna fiksacija dodatno pa tudi dolžina fiksacije zmanjša število okužb v povezavi z nastavljenimi ZVD. Rano nato zapremo po plasteh, ZVD sterilno povežemo z zbiralnim sistemom in ga pričvrstimo na kožo nevrokraniuma ter sterilno pokrijemo ter ob tem zabeležimo globino nastavitve na koži, ki nam bo nadalje pomagala ob sumu na morebitni izvlek katetra. Vsakršna nadaljnja manipulacija v smislu odvzema likvorja, apliciranja zdravil, rekonekcija se mora opravljati kot sterilen poseg. (3,4)

Ventrikularni kateter

Sam kateter predstavlja običajno 30-35 cm dolgo fleksibilno cevko, ki je običajno na dnu zaprta in ima v distalnem – ventrikularnem delu 1,5 cm stranske drenažne cevčice. Na proksimalnem ustju cevke je običajno zgolj ena odprtina dimenzij približno 1,5 mm. Kateter ima na svoji zunanji strani tudi cirkularne markacije, ki nam podajo podatek o globini nastavitve na možganskem korteksu. V steni katra so lahko impregirane tudi učinkovine za specifične namene in sicer bodisi antibiotične učinkovine(rifampicin, klindamicin, srebro,...) bodisi antitrombotične učinkovine(endoxo®,...). Običajno pride poleg samega katetra v sterilnem setu dodatno tudi trocar namenjen tunelizaciji katetra podkožno, stileta za kontrolirano uvajanje do ventrikularnega sistema ter luer-lock™ povezovalnik in fiksacijski sistem.(3,7,8)

Zbiralne vrečke

Zbiralne vreče ob pravilnem priklopu predstavljajo zaprt sistem drenaže po ZVD. Sestoji iz cevke za priklop ZVD, le-ta ima praviloma 2 preklopna ventila, za njo pa je prvenstvena zbiralna menzura s skalo ter dodatno za no vezana drenaža menzura za praznjenje zbirane menzure. Z omenjenim drenažnim sistemom lahko nadziramo tudi hitrost pretoka in sicer posredno s prilagoditvijo višine s čimer bodisi povečujemo ali pomanjšamo tlačni gradient, kateri izvleče likvor. Količino likvorja, ki ga želimo zdrenirati lahko določamo bodisi glede na ICP ali glede na količino. V primeru, da se odločimo za ravnanje po ICP nastavimo menzuro na dogovorjeno višino in ob porastu ICP nad pred nastavljeno vrednost samodejno pride od drenaže sicer pa v primeru, da se odločimo za volumetrično drenažo lovimo pretok likvorja običajno se odločimo za 250 ml/dan kar je nekje 10 ml/h. S tem lahko kontrolirano dreniramo likvor hkrati pa tudi orientacijsko izmeri vrednost ICP. Ob tem je potrebno biti pozoren na nenadne spremembe položaja glave v odnosu s pred nastavljeno skalo na zbiralni menzuri. Z nenadnim dvigom glave bi se namreč lahko prehodno izrazito povečala drenaža prav tako ob napenjanju oz. ob aktivnostih kot je obračanje in prelaganje pacienta. Za omenjene aktivnosti je priporočljivo prehodno kratkotrajno zaprtje drenaže in nato vnovična ponastavitev višine menzure glede na bolnikovo glavo. Prav tako je potrebno ob aplikaciji učinkovin (antimikrobna zdravila, kemoterapevtiki, trombolitiki,...) po ZVD prehodno izvajati intermitentno zapiranje, da se ohrani prehodno željena koncentracija intraventrikularno. Za potrebe intraventrikularne aplikacije učinkovin po ZVD je potrebna predhodna CT potrditev položaja ZVD in spremljanje globine na koži, da izključimo ev. parenhimsko aplikacijo ter dodatno nevrološko škodo. (2,4,5,7,8)

Zaključek

ZVD ključni nevrokirurški postopek, ki se uporablja za obvladovanje stanj, kot sta hidrocefalus in povišan intrakranialni tlak. Z odvajanjem likvroja iz možganskih ventriklov ZVD pomaga zmanjšati pritisk in preprečiti nadaljnje nevrološke poškodbe. Postopek vključuje vstavljanje fleksibilnega katetra v možganske ventrikle, ki je povezan z zunanjim drenažnim sistemom. Čeprav je ZVD začasna rešitev, ima ključno vlogo pri stabilizaciji bolnikov in zagotavljanju takojšnjega olajšanja. Pravilno spremljanje in upravljanje s strani osebja sta bistvena za zmanjšanje tveganj, kot je okužba, in zagotavljanje učinkovite drenaže. Na splošno je EVD življenjsko pomemben poseg, ki pomembno prispeva k obvladovanju kritičnih nevroloških stanj.

Reference

1. Mortazavi MM, Adeeb N, Griessenauer CJ, Sheikh H, Shahidi S, Tubbs RJ, idr. The ventricular system of the brain: A comprehensive review of its history, anatomy, histology, embryology, and surgical considerations. *Child's Nervous System* [Internet]. 2014 [citirano 8. september 2024];30(1):19–35. Dostopno na: https://www.researchgate.net/publication/258635804_The_ventricular_system_of_the_brain_A_comprehensive_review_of_its_history_anatomy_histology_embryology_and_surgical_considerations
2. Ventricular catheterization... - MedOne, Thieme [Internet]. [citirano 9. september 2024]. Dostopno na: https://medone-neurosurgery.thieme.com/ebooks/cs_20449427#/ebook_cs_20449427_d1e346368
3. Chung DY, Olson DM, John S, Mohamed W, Kumar MA, Thompson BB, idr. Evidence-Based Management of External Ventricular Drains HHS Public Access. *Curr Neurol Neurosci Rep*. 19(12):94.
4. Hepburn-Smith M, Dynkevich I, Spektor M, Lord A, Czeisler B, Lewis A. Establishment of an External Ventricular Drain Best Practice Guideline: The Quest for a Comprehensive, Universal Standard for External Ventricular Drain Care. *J Neurosci Nurs* [Internet]. 1. februar 2016 [citirano 9. september 2024];48(1):54–65. Dostopno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26720321/>
5. Bertuccio A, Marasco S, Longhitano Y, Romenskaya T, Elia A, Mezzini G, idr. External Ventricular Drainage: A Practical Guide for Neuro-Anesthesiologists. *Clin Pract* [Internet]. 1. februar 2023 [citirano 8. september 2024];13(1):219. Dostopno na: </pmc/articles/PMC9955739/>

6. Chung DY, Olson DM, John S, Mohamed W, Kumar MA, Thompson BB, idr. Evidence-Based Management of External Ventricular Drains HHS Public Access. Curr Neurol Neurosci Rep. 19(12):94.
7. Demetriades AK, Bassi S. Antibiotic resistant infections with antibiotic-impregnated Bactiseal catheters for ventriculoperitoneal shunts. Br J Neurosurg [Internet]. december 2011 [citirano 9. september 2024];25(6):671–3. Dostopno na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21707238/>
8. Jenkinson MD, Gamble C, Hartley JC, Hickey H, Hughes D, Blundell M, idr. The British antibiotic and silver-impregnated catheters for ventriculoperitoneal shunts multi-centre randomised controlled trial (the BASICS trial): study protocol. Trials [Internet]. 3. januar 2014 [citirano 9. september 2024];15(1):4. Dostopno na: [/pmc/articles/PMC389202](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/248389202/)

Zapleti pri ICP in ZVD (Žiga Samsa)

ICP and EVD: Complications

Žiga Samsa

ziga.samsa@outlook.com

Oddelek za nevrokirurgijo

Splošna bolnišnica Celje

Oblakova ulica 5

3000 Celje

Izvleček

Vstavev elektrode za merjenje intrakranialnega tlaka in zunanje ventrikularne drenaže sta pogosta nevrokirurška posega pri poškodbah možganov. Zapleti so večinoma redki, vendar lahko podaljšajo zdravljenje ter poslabšajo izid zdravljenja bolnika, v nekaterih primerih pa vodijo tudi v smrt. V ospredju zapletov so predvsem okužbe in krvavitve ter specifični zapleti glede položaja katetra/elektrode.

Ključne besede

ICP, ZVD, zapleti, okužbe, krvavitve

Abstract

The insertion of an electrode for measuring intracranial pressure (ICP) and external ventricular drainage (EVD) are common neurosurgical procedures for brain injuries. Complications are mostly rare but can prolong treatment and worsen patient outcomes, in some cases leading to death. The main complications are infections

and hemorrhages, as well as specific complications related to the positioning of the catheter/electrode.

Keywords

ICP, EVD, complications, infection, hemorrhage

Uvod

Vstavitve elektrode za merjenje intrakranialnega tlaka (angl.: intracranial pressure, ICP) in zunanje ventrikularne drenaže (ZVD) sta med najpogostejšimi nevrokirurškimi posegi pri poškodbah možganov. Zapleti se gibljejo od redkih pa do precej pogostih. Zapleti pogosto predstavljajo podaljšanje bolnikovega zdravljenja. Izid zdravljenja lahko precej poslabšajo, v določenih primerih pa vodijo tudi v smrt bolnika.

Da se zapletom lahko uspešno izognemo pa jih moramo dobro poznati.

ICP

Zapleti pri vstavitvi ICP elektrode so, predvsem v primerjavi z drugimi posegi v področju možganov, relativno redki. Kljub temu pa lahko pripeljejo do resnih posledic. Med najpogostejšimi zapleti najdemo okužbe, krvavitve, okvare sond in likvorejo.

Okužbe

Okužbe so ene izmed najbolj resnih zapletov. Pojavljajo se lahko v obliki okužb operativne rane pa vse do meningitisa, ventrikulitisa in encefalitisa/cerebritisa. Incidenca se giblje od 2 do 4 %, po nekaterih virih tudi do 10 %. Pogostejše se pojavljajo pri meritvah, ki so daljše

od 5 dni (1). Ob sumu na okužbo je potrebna takojšnja uvedba protimikrobnega zdravljenja po posvetu z infektologom. V kolikor povzročitelj okužbe ni znan, je smiselno zamenjati ICP elektrodo, odstranjeno elektrodo pa poslati na mikrobiološke preiskave. Diagnoza same okužbe je lahko včasih izredno težavna, saj so laboratorijski izvid lahko neprepričljivi, nativni CT pa ni poveden. Pri postavitvi diagnoze je koristnejši CT s kontrastnim sredstvom, še bolj senzitivna pa je MR preiskava s kontrastnim sredstvom. V kolikor je mogoče, je priporočljivo odvzeti likvor za mikrobiološke preiskave (POZOR – lumbalna punkcija je ob povišanem ICP kontraindicirana!).

Krvavitve

Krvavitve so sorazmerno redke in se pojavljajo v manj kot 2 % vstavitve ICP. Možnost krvavitve je manjša pri vstavitvi elektrode na standardna mesta. Krvavitve so lahko epiduralne, subduralne, subarahnoidne, intraparenhimske in celo kot intravetriskularne krvavitve (2). Kljub temu so resni zapleti zaradi krvavitve ob vstavitvi ICP na standardna mesta izredno redki in običajno ne vplivajo na izid zdravljenja bolnika. Krvavitve v okolici konice elektrode lahko vplivajo na natančnost določenih meritev – predvsem npr. meritev pO₂. Povečano tveganje za krvavitve imajo bolniki, ki prejemajo antiagregacijsko ali antikoagulantno terapijo. V kolikor prejemajo antikoagulacijsko zdravljenje, je pred vstavitvijo elektrode potrebno koagulacijo ustrezno korigirati.

Malpozicije

Malpozicije se nekoliko pogosteje pojavljajo pri uvajanju novih tehnik ali pa pri menjavi vrste elektrod.

Najpogosteje je kateter vstavljen pregloboko. Večina ICP elektrod, v skladu s proizvajalčevimi navodili, zahteva, da je elektroda nameščena v parenhimu, da so zagotovljene ustrezne meritve.. Kljub

temu pa v primeru vstavitve v ventrikel meritve večinoma kažejo zanemarljiva odstopanja (3). Izjema so meritve pO₂ in mikrodializa, ki navadno zahteva natančno vstavitvev v mesto penumbre.

V primeru, da je elektroda vstavljena v subduralni prostor, pa lahko pride do pomembnih odstopanj od meritev.

Lego najlažje potrdimo s CT preiskavo.

Okvara

Elektrode so zaradi same narave nagnjene k poškodbam in okvaram. Težavo predstavljajo predvsem preostri zavoji (»knikanje«), ki okvarijo strukturo žic. Posebna pozornost je potrebna pri meritvah pO₂, saj se v elektrodi poleg žic navadno nahaja optični kabel, ki se lahko zlomi in s tem onemogoči prehajanje signala.

Vzrok okvare včasih ni popolnoma jasen. V teh primerih priporočamo korelacijo s klinično sliko in v primeru nejasnosti zamenjavo ICP elektrode ali pa vstavitvev dodatne nove ICP elektrode na drugo mesto.

Likvoreja

Iztok likvorja ob vstavitvah je sorazmerno redek pojav. Pogosteje pa pride do iztoka ob odstranitvi elektrode, v tem primeru navadno zadostuje že šiv kože, operativni poseg je potreben le izjemoma.

ZVD

Zapleti pri vstavitvah ZVD so podobni kot pri vstavitvah ICP, vendar so pogostejši. Poleg okužb, krvavitev, malpozicij in likvoreje se lahko pojavijo zamažitve katetra. Reševanje zapletov je pogosto težavno.

Okužbe

Okužbe pri vstavitvah ZVD so pogostejše kot pri vstavitvah ICP, z incidenco okoli 8–15 % (4). Kot pri ICP, se tudi pri vstavitvah ZVD lahko pojavljajo okužbe v vseh slojih rane. Za razliko od ICP, so tu najpogostejši ventrikulitisi, ki predstavljajo resen zaplet in hospitalno umrljivost med 30 in 60 % (5). V primeru suma na ventrikulitis, je potreben takojšen odvzem kužnin, vključno s preiskavami likvorja, in takojšen posvet z infektologom. Pojavnost okužb je manjša pri uporabi impregniranih katetrov z dvema antibiotikoma (navadno rifampicinom in klindamicinom) (6).

Krvavitve

Krvavitve so pogost, a redko potencialno resen zaplet, ki se lahko pojavijo v celotnem poteku katetra. Incidenca je tudi do 30 % primerov (7). Kljub temu pa se klinično pomembne krvavitve pojavljajo v manj kot 1–2 %.

Pri bolnikih, ki prejemajo antikoagulantno terapijo, je pred vstavitvijo ZVD potrebno predhodno korigirati koagulacijo. Tveganje prav tako naraste prejemanju antiagregacijske terapije. Možnost krvavitve se zmanjša z vstavitvijo katetra na standardna mesta.

Malpozicije

Neustrezen položaj katetra je relativno pogost zaplet in se pojavlja od 4 % pa vse do 20 %.

Najpogostejše je kateter vstavljen pregloboko, se nahaja v ventriklu na kontralateralni strani, ali pa v parenhimu na lateralni strani. Vstavev dodatno oteži sprememba anatomije zaradi krvavitve, edema ali drugih razlogov za pomik možganovine ali stisnjenja ventriklov. Na položaj vplivajo tudi izkušnje operaterja in možnost intraoperativne navigacije (stereotaksija, UZ) (7).

Zamašitve katetra

Zamašitve se pogosteje pojavljajo predvsem pri intraventrikularnih krvavitvah in ventrikulitisih. Pomemben faktor je tudi notranji premer ventrikla ter velikost drenažnih odprtin v sami konici. Najpogosteje se lumen katetra zamaši s krvjo, koščki možganovine ali pa se odprtine obdajo s tkivom (npr. pri prevelikem predhodnem vleku). Do zamašitev pride v približno 5 % primerov (8).

Izpad katetra

Večina silikonskih ventrikularnih katetrov je mehkih in gladkih po strukturi. To precej oteži fiksacijo katetra, kar ob premikanju bolnika, diagnostiki (pogosti CT-ji, itd.) hitro privede do delnega ali popolnega izvleka katetra. V tem primeru je kateter potrebno zamenjati, kar poveča možnost drugih zapletov (okužb, likvorej, krvavitev).

Likvoreje

Pogosteje se pojavijo pri odstranitvah. Navadno zadošča šiv na izvodu odstranjenega katetra, le redko je potrebna dodatna operativna terapija.

Zaključek

Kljub temu, da je vstavev ICP in/ali ZVD relativno enostaven in pogost poseg, so zapleti številni. Incidenca zapletov lahko zmanjšamo, vendar se jim v celoti ne moremo izogniti.

Pri zmanjšanju števila zapletov so v ospredju predvsem dobra kirurška tehnika, ustrezni aseptični pogoji in seveda tudi izkušnje operaterja. Slednje je najbolj izrazito pri vstavitvah ZVD. Po vstavitvi pa je najbolj pomembna skrbna nega in primerno rokovanje, ki zmanjšata možnost okužb in okvar.

Klinična korist obeh metod, ob ustrezni indikaciji, odtehta morebitne zaplete, saj lahko bistveno vpliva na ugoden izid zdravljenja bolnika.

Literatura

- 1: Rebuck JA, Murry KR, Rhoney DH, et al. Infection related to intracranial pressure monitors in adults: analysis of risk factors and antibiotic prophylaxis. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry* 2000;69:381-384.
- 2: Zacchetti, L., Magnoni, S., Di Corte, F. et al. Accuracy of intracranial pressure monitoring: systematic review and meta-analysis. *Crit Care* 19, 420 (2015).
- 3: MJ Ross, SA McLellan, PJD Andrews. Depth of intraparenchymal brain monitoring devices in neurosurgical intensive care, *The Intensive Care Society* 2010;11:250-252.
- 4: M Pierre-Louis, A Alam, KS Stalin, M Bhagia, et al. External ventricular drain complications in neurosurgery patients: A systematic review. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 2022, 14(03), 311–319.
- 5: D Luque-Paz, M Revest, F Eugène, et al. Ventriculitis: A Severe Complication of Central Nervous System Infections, *Open Forum Infectious Diseases*, Volume 8, Issue 6, June 2021, ofab216.
- 6: GKC Wong, M Ip, WS Poon, et al. Antibiotics-impregnated ventricular catheter versus systemic antibiotics for prevention of nosocomial CSF and non-CSF infections: a prospective randomised clinical trial. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2010;81:1064e1067.
- 7: Fried, H.I., Nathan, B.R., Rowe, A.S. et al. The Insertion and Management of External Ventricular Drains: An Evidence-Based Consensus Statement. *Neurocrit Care* 24, 61–81 (2016). <https://doi.org/10.1007/s12028-015-0224-8>.
- 8: <https://emcrit.org/emcrit/external-ventricular-drains-evd/>

Multimodalni nadzor nad znotrajlobanjskim pritiskom, prekrvitvijo in oksigenacijo možganov (Andreja Petrun Möller)

Multimodal Neuromonitoring: Intracranial Pressure, Cerebral Perfusion Pressure and Cerebral Tissue Oxygenation

Dr. Andreja Petrun Möller

Oddelek za anestezijo, perioperativno intenzivno terapijo ter terapijo bolečine

Univerzitetni klinični center Maribor

Ljubljanska ulica 5

2000 Maribor

Izvleček

Invazivno merjenje znotrajlobanjskega pritiska je standardna metoda nadzora pri hudi poškodbi glave in do določene mere omogoča individualno prilagajanje terapije za preprečevanje sekundarne poškodbe možganov ter napovedovanje prognoze. S pomočjo posebnega mikrokatetra in dodatne računalniške opreme lahko v realnem času ob upoštevanju omejitev spremljamo tudi informacije o oksigenaciji možganskih celic. Prilagajanje terapije ob upoštevanju več spremenljivk hkrati ima boljši uspeh kot izolirano spremljanje vrednosti znotrajlobanjskega pritiska. Možganska mikrodializa ima potencial preprečevanja nevroglikopenije, v prihodnosti pa obeta

tudi več vpogleda v procese nevrogenega vnetja ter morebitnih novih terapevtskih možnosti.

Kljub vsemu obstaja še veliko odprtih vprašanj ter nejasnosti tako v zvezi z indikacijami kot tudi terapevtskimi možnostmi, ki bi lahko izboljšale klinični izhod.

Ključne besede znotrajlobanjski pritisk, možganski perfuzijski pritisk, tlačni reaktivnostni indeks, merjenje delnega tlaka kisika v možganskem tkivu, možganska mikrodializa

Abstract

Invasive measurement of intracranial pressure is the standard of care in severe brain injury. It allows a more tailored therapy for preventing secondary brain injury and has some prognostic value. The use of special microcatheter and software provides real time information about brain oxygenation with some limitations. Tailoring the therapy to more variables than only intracranial pressure leads to a potentiallly better clinical outcome. Brain microdialysis has the potential to prevent neuroglycopenia and to give more insight into processes of neuroinflammation and potential new therapeutic options in the future.

Despite the wide range of monitoring variables there are still many questions and dilemmas regarding the indications and therapeutic options which could result in a better clinical outcome.

Keywords intracranial pressure, cerebral perfusion pressure, pressure reactivity index, brain tissue oxygen tension, brain microdialysis

Uvod

Možgani in hrbtenjača predstavljajo energetsko zahteven organski sistem, ki je zelo občutljiv na hipoperfuzijo, hipoksijo in presnovne motnje. Zagotavljanje ustreznih fizioloških pogojev osrednjemu živčevju po poškodbi ter med in po kirurških posegih je ključnega pomena za preprečevanje in zmanjševanje trajnih nevroloških posledic. Glavni cilj vodenja anestezije ter obravnave v enoti intenzivne terapije so normovolemija, normotonija, normokapnija, normotermija in normoglikemija. Tradicionalno je zlati standard za spremljanje patoloških procesov v možganih invazivni nadzor znotrajlobanjskega pritiska ter slikovna diagnostika (računalniška tomografija ali magnetnoresonančno slikanje možganov in žilja).

Na tržišču je vedno več monitorjev, ki ponujajo multimodalno in večinoma tudi neprekinjeno spremljanje stanja v možganih. Po podatkih iz literature ima terapevtsko ukrepanje boljši uspeh pri upoštevanju različnih parametrov hkrati v primerjavi z izoliranim spremljanjem znotrajlobanjskega pritiska (1-4).

V tem prispevku je zaradi boljšega razumevanja najprej opisana osnovna fiziologija možganov, ki ji sledi opis možnosti nadzora avtoregulacije možganskega pretoka krvi, nadzora znotrajlobanjskega pritiska, možganske oksigenacije ter metoda mikrodialize.

Osnove fiziologije možganov

Možgani in hrbtenjača imajo glede na svojo dejansko težo v primerjavi z drugimi organi v telesu visoke presnovne potrebe (5). Možgani tehtajo povprečno 1,5 kg in s tem predstavljajo le približno 2% celotne telesne teže povprečnega človeka. Za normalno delovanje potrebujejo 15% minutnega volumna srca (50 ml krvi/100 g možganov/minuto). Del pretoka krvi skozi možgane (angl. CBF –

cerebral blood flow) služi ohranjanju normalne strukture možganov, del pa je nujno potreben za normalno delovanje celic. V klinični praksi CBF ni možno direktno meriti (6). Tradicionalno se za oceno zadostnosti prekrvitve možganov poslužujemo izračunane vrednosti možganskega perfuzijskega pritiska (angl. CPP – cerebral perfusion pressure) (7). V fizioloških pogojih namreč velja, da je $CPP = CBF \times CVR$, kjer je CVR (angl. cerebral vascular resistance) upor v možganskem žilju. CPP ni možno direktno izmeriti, ga pa lahko izračunamo: CPP je razlika med pritiskom, s katerim priteka kri v možgane - to je srednji arterijski pritisk (angl. MAP – mean arterial pressure), in pritiskom, ki MAP nasprotuje - to je znotrajlobanjski pritisk (angl. ICP – intracranial pressure). Velja torej: $CPP = MAP - ICP$. Za izračunavanje CPP-ja je potrebno invazivno merjenje znotrajlobanjskega pritiska ter invazivno merjenje arterijskega pritiska. Raziskave zadnjih let so pokazale, da različni vzroki, ki vodijo do poškodbe ali disfunkcije možganov, zelo različno vplivajo na avtoregulacijo možganskega pretoka (7). CPP predvsem pri patoloških stanjih ni dober kazalnik dejanske perfuzije možganov (7). Na tem področju poteka trenutno veliko raziskav, novega »zlatega standarda«, ki bi nadomestil CPP, pa zaenkrat še ni (7,6).

ICP je odvisen od volumna možganov (80-85%), količine likvorja (5-15%) ter krvi znotraj možganskih žil (3% pri vazokonstrikciji – 10% pri vazodilataciji možganskih žil) in znaša normalno v ležečem položaju 7-15 mmHg pri odraslem, 6-10 mmHg pri otroku in 1,5-6 mmHg pri donošenih dojenčkih (5,8). Ker je lobanja rigidna struktura, vsako povečanje volumna ene od naštetih komponent pomeni delno zmanjšanje volumna likvorja in/ali krvi (Monroe-Kelliejeva doktrina), ki se posledično iztisne iz lobanjske notranjosti (5). Likvorski sistem ima še druge mehanizme kompenzacije, kot je prehod likvorja v periventrikularni zunajcelični prostor možganov ter posledična direktna resorbcija v kapilare – tako imenovani glimfatični sistem (9).

Kompenzacijsko so nevroni in glialne celice, ki so oddaljene od same poškodbe/krvavitve, sposobne zmanjšati lasten volumen v prid kompenzacije povečanega ICP-ja, vendar te prilagoditve lahko hkrati povzročijo tudi lastno poškodbo in propad (10). Pomembne so tudi dinamične spremembe v arterijskem in venskem sistemu možganov, 70% znotrajlobanjskega volumna krvi je v venskem sistemu (11,12). Možnosti kompenzacije so kljub vsem opisanim mehanizmom omejene in odvisne od hitrosti povečanja znotrajlobanjskega volumna.

Ustrezna dostava kisika in glukoze je tesno povezana s CBF (6). O hipoperfuziji govorimo pri $CBF < 35 \text{ ml/100g/min}$. Če pride do znižanja CBF na $18 - 20 \text{ ml/100g/min}$, je močno moteno delovanje celic. To se kaže z izoelektrično linijo na EEG, ob tem pa so še vedno izzivni evocirani potenciali možganskega debla. Gre za tako imenovano penlucido (lat. skoraj luč). Pri povečanju CBF se namreč ponovno začnejo vzpostavljati možganske funkcije, če stanje tako nizkega pretoka ne traja predolgo (5). Če se CBF zniža pod 18 ml/100g/min , pride do strukturnih sprememb možganov, nastane penumbra (lat. skoraj senca). Pri pretoku nižjem od $10 - 12 \text{ ml/100g/min}$ izginejo tudi evociarni potenciali možganskega debla. Kmalu pride do infarkta možganskega debla. Tudi potreba možganskih celic po kisiku (angl. CMRO₂ – cerebral metabolic rate of oxygen) je enormna, možgani porabijo 10-krat več kisika (CMRO₂ = $3,5 \text{ ml O}_2/100 \text{ g možganov/minuto}$) kot je povprečna poraba kisika v telesu (5).

Avtoregulacija možganskega žilja in vplivi na hipoperfuzijo možganov

Na prekrvitev možganov vplivajo delni tlak CO₂ (paCO₂), delni tlak kisika (paO₂), srednji arterijski pritisk in mehanizmi možganske avtoregulacije, pritisk v osrednjih venah ter zdravila (5-7,13).

Hiperkapnija povzroči vazodilatacijo povzročeno z znižanjem pH likvorja, hipokapnija pa vazokonstrikcijo možganskega žilja. Zaradi dobre prepustnosti krvno-možganske pregrade za CO₂ molekule, spremembe pH likvorja hitro sledijo spremembam pH v krvi. Hiperventilacija tako sicer povzroči učinkovito in hitro znižanje zvišanega ICP-ja, vendar se te možnosti poslužimo le v skrajnem primeru. Predvsem pri poškodbi glave je v prvih urah pogosto prisotna hipoperfuzija možganskega tkiva, ki jo s hiperventilacijo povzročena vazokonstrikcija le še poslabša. Zato je dolgotrajnejša hiperventilacija v prvih 24-ih urah po poškodbi glave praviloma kontraindicirana (14). Hipoksemija ($paO_2 < 8$ kPa) zaradi posledičnega anaerobnega metabolizma in padca pH povzroči vazodilatacijo, ta pa je še bolj izražena pri kombinaciji hipoksije in hiperkapnije (5,14). Možganske arteriole pri zdravih ljudeh s pomočjo vazodilatacije/vazokonstrikcije vzdržujejo konstanten pretok krvi skozi možgane kljub spremembam srednjega arterijskega tlaka – to sposobnost imenujemo avtoregulacija (5,6). Avtoregulacija je pri zdravih možna v širokem razponu MAP (60-150 mmHg), medtem ko je pri hipertoničnih to območje pomaknjeno k višjim vrednostim MAP (5). V primeru povišanega ICP pride v možganskem žilju do naslednjih kompenzacijskih mehanizmov za ohranjanje CBF:

- vazodilatacija distalnih cerebralnih arteriol
- povečanje sistemskega arterijskega pritiska

Oba mehanizma imata lahko tudi negativne posledice na možgansko tkivo, saj povzročata povečanje volumna krvi znotraj možganov, s tem povečanje ICP in poslabšanje ishemije (15).

Po najnovejših podatkih iz literature, je avtoregulacija v področjih patoloških sprememb možganov (poškodba, ishemija, tumor) lahko zelo različno spremenjena, ali pa v celoti odsotna (6). Če

avtoregulacije ni, je CBF odvisen od MAP. Zaenkrat nimamo zatega standarda za merjenje avtoregulacije, imamo pa nekaj približkov, ki so opisani v nadaljevanju.

Prisotnost avtoregulacije (reaktivnosti možganskega žilja) lahko ugotavljamo s tako imenovanim tlačnim reaktivnostnim koeficientom (angl. PRx – pressure reactivity index). Izvorni računalniški program (ICM+, Cambridge, UK) sicer ni registriran kot medicinski pripomoček za klinično uporabo, vendar izračunavanje PRx ponujajo tudi novejši komercialni monitorji (2,3,16). Če je avtoregulacija ohranjena, bo povečanje MAP v 5-10 sekundah povzročilo vazokonstrikcijo možganskih žil s posledičnim zmanjšanjem znotrajlobanjskega volumna, vrednost ICP pa se ne bo spremenila. Obratno se zgodi pri zmanjšanju MAP. PRx je koeficient linearne korelacije med spremembami v ICP in MAP (povprečenje obeh vrednosti v 10 sekundah), ki meri reaktivnost možganskega žilja kot odraz sprememb ICP pri spontanah oscilacijah MAP. PRx se giblje med -1 do +1. Vrednosti PRx od -1 do 0 pomenijo ohranjeno avtoregulacijo, pozitivne vrednosti pa okvarjeno avtoregulacijo, oziroma je pri vrednostih 0-0,35 avtoregulacija verjetno motena, pri vrednostih > 0,35 pa zagotovo okvarjena in povezana s slabim kliničnim izhodom (4,11,17). S pomočjo spremljanja PRx lahko določimo tudi optimalni CPP (CPPopt), to je območje CPP z najnižjimi vrednostmi PRx, vendar metoda zaradi precejšnje variabilnosti PRx ni zelo zanesljiva (18,19). Vrednost PRx je popolnoma nezanesljiva pri bolnikih s kraniektomijo, saj se s tem posegom podajnost možganov zelo poveča (11).

V klinični praksi lahko preverimo prisotnost avtoregulacije tudi s preprostim testom: bolniku s pomočjo bolusnega odmerka vazopresorja povečamo MAP za okoli 10 mmHg, če ostane vrednost ICP v naslednjih 10-20 minutah enaka ali se celo zmanjša, je avtoregulacija ohranjena, če se ICP vrednost poveča, je

avtoregulacija okvarjena ali odsotna. Ob tem je potrebno skrbeti, da ostane CPP znotraj 60-80 mmHg, nikakor pa ne sme biti nižji od 50 mmHg ali preseči zgornje meje 90 mmHg (3).

Invazivno lahko regionalno perfuzijo možganov spremljamo s tako imenovano metodo laser doppler flow, neinvazivno pa z merjenjem hitrosti pretokov v velikih možganskih žilah s pomočjo transkranialnega doplerja (3). Opis obeh metod presega obseg tega prispevka, je pa zainteresiranim bralcem dostopen v članku Mauritzon in sod. (20) in Zeiler in sod. (21).

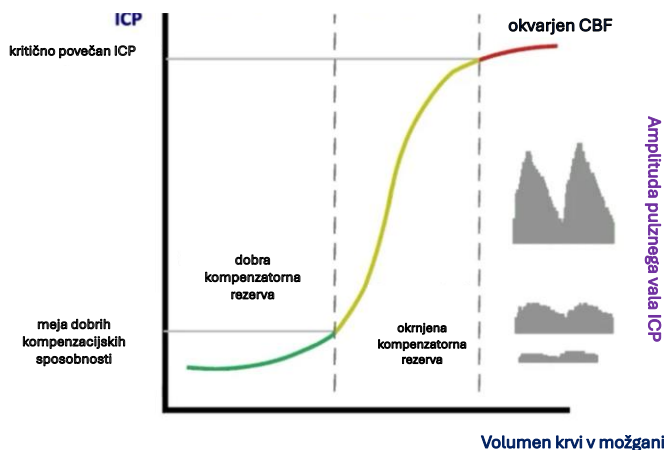
Pri poškodbah glave in hrbtenjače se je nujno potrebno izogibati sistemski hipotenziji (vrednost sistolnega tlaka < 100 mmHg pri starosti 50-69 let ter vrednost < 110 mmHg pri starosti 15-49 let in starosti > 70 let) (14). Na avtoregulacijo negativno vplivajo vsi inhalacijski anestetiki, saj zmanjšujejo sposobnost avtoregulacije v odvisnosti od koncentracije, čeprav imajo do 0,6 MAC nevroprotektiven učinek. Nad 0,6 MAC pa povzročijo od koncentracije odvisno vazodilatacijo možganskega žilja in posledično povečan CBF, kar lahko vodi do povečanja ICP (5). Hlapni anestetiki so pri zvišanem ICP kontraindicirani (14).

Intravenski anestetiki (razen ketamina) in opiodi zmanjšujejo aktivnost možganov, s tem se zmanjša tudi CMRO₂ (5). Ker velja, da možganska aktivnost pogojuje možgansko presnovo, ta pa pretok krvi skozi možgane, se posledično zmanjša tudi CBF (angl. »function drives metabolism, metabolism drives blood flow«). Hkrati pa omenjena zdravila lahko povzročijo sistemsko hipotenzijo, ki ima za posledico hipoperfuzijo možganov, zato je potrebno hipotenzijo agresivno zdraviti (5). Najpogosteje se za anestezijo in sedacijo v enoti intenzivne terapije uporablja propofol, ki ima posredne protektivne učinke v primeru oksidativnega stresa in reperfuzijske poškodbe možganov. Predvsem naj bi imel protektivne učinke za

astrocite, ki so pomembni pri ohranjanju integritete nevronov, medtem ko je za same nevrone v določenih pogojih celo toksičen. Kdaj prevlada kateri od omenjenih učinkov, še ni čisto jasno (13,22). Tiopental ima v odvisnosti od odmerka največji vpliv na zmanjševanje možganskega metabolizma, hkrati pa povzroča vazokonstrikcijo, zaradi česar se posledično zniža ICP. Ker v literaturi ni podatkov o boljšem kliničnem izhodu pri zmanjševanju ICP s tiopentalom, so bolusni odmerki tiopentala oziroma barbituratna koma eden od skrajnih ukrepov zmanjševanja povečanega ICP-ja (14). Tudi hipotermija zmanjšuje presnovno aktivnost možganov ter s tem CMRO₂ (5). Vendar se sistemska hipotermija zaradi možnih spremljajočih zapletov kot ukrep ne priporoča (14).

Merjenje, interpretacija in zdravljenje povečanega znotrajlobanjskega pritiska (ICP)

Nils Lundberg je pred več kot 60 leti prvi predstavil možnost merjenja ICP s pomočjo punkcije ventrikla (23). Merjenje ICP je v današnjem času temeljna metoda merjenja posledic spremembe znotrajlobanjskega volumna pri hudi travmatski poškodbi glave in drugih akutnih ter tudi nekaterih kroničnih patoloških stanjih znotraj lobanje (11,15,24). Kljub dolgoletni klinični uporabi še vedno obstaja precej dilem v zvezi z indikacijami, klinično uporabnostjo, interpretacijo meritev ter vplivu merjenja ICP na klinični izhod (15).



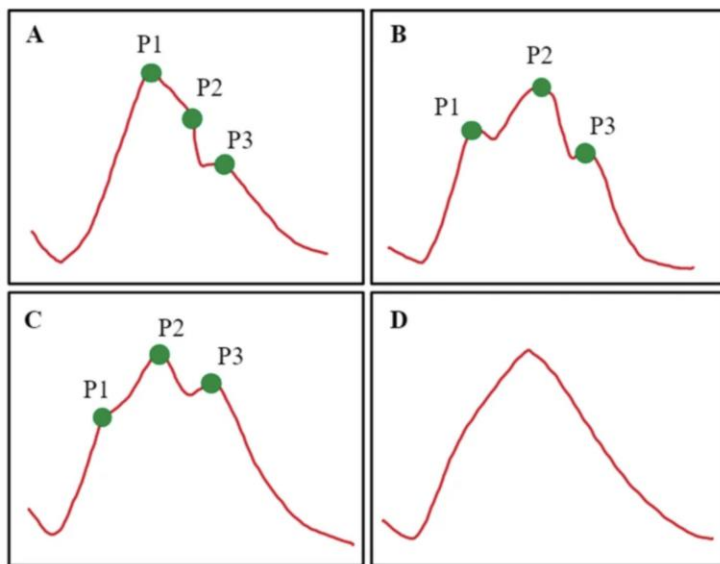
Slika 1: Hipotetična krivulja cerebrospinalne tlačno-volumske krivulje (elastičnost). V zelenem območju kompenzatorni mehanizmi, opisani v besedilu, preprečujejo velika povečanja ICP ob povečanju volumna. V rumenem območju je kompenzacija okrnjena in vsako povečanje volumna vodi do eksponentnega povečanja ICP. Nad kritično mejo ICP, ki se giblje pri različnih bolnikih med 25 do 55 mmHg, možganske žile kolabirajo in pretoka praktično več ni. Prirejeno po (11).

Namen merjenja ICP je preprečevanje herniacije možganov ter optimizacija pretoka krvi skozi možganske žile, čeprav regulacija možganskega pretoka, oksigenacije možganskega tkiva ter energijski procesi niso odvisni le od ICP (25). Dodatno lahko s pomočjo merjenja ICP ocenimo tudi tako imenovano znotrajlobanjsko podajnost, ki nam pove, kakšna je kapaciteta mehanizmov kompenzacije ob spremembi znotrajlobanjskega volumna (iztis likvorja in venske krvi iz lobanje). Obratna vrednost od podajnosti je elastičnost ($\Delta P/\Delta V$), ki opiše spremembe ICP glede na spremembe znotrajlobanjskega volumna (Slika 1) (8,26).

Zlati standard je invazivno merjenje ICP s pomočjo mikrokatetra, ki ga nevrokirurg vstavi v možgansko tkivo (kalibracija je možna le ob nastavitvi) ali v ventrikel (kalibracija je možna kadarkoli) (8,15). Obe možnosti sta invazivni in povezani z resnimi zapleti, kot sta krvavitev in okužbe (8). Kateter je preko pretvornika priklopljen na monitor, s katerim nadziramo ostale fiziološke spremenljivke. Sistem je pred odčitavanjem vrednosti ICP potrebno umeriti, pretvornik (ki je izven lobanje) pa običajno nastavimo na višini zunanega sluhovoda pri ležečih bolnikih, možne pozicije pa so tudi 2 cm nad linijo zunanji sluhovod-orbita ali v višini najvišje točke glave, vendar zlati standard zaenkrat znan (27). Na monitorju se izrisuje pulzatilna krivulja ICP v realnem času, pulzatilnost sovпада s pulzatilnostjo arterijske krivulje. Z modernimi različicami monitorja lahko izmerimo pulzatilne vrednosti ICP, to je spreminjanje vrednosti ICP tekom srčnega cikla, ki pa zaenkrat niso bile dobro validirane v kliničnih raziskavah. Srčne pulzacije imajo na ICP največji vpliv, dodatno pa na vrednost ICP vpliva še dihalni cikel (respiratorni valovi) in spremembe v vazomotoriki žilja (Lundberg C valovi) (8). Hkrati se ob krivulji izpisuje povprečna (statična) vrednost ICP, ki trenutno velja za zlati standard. Določeni monitorji pa lahko izmerijo tudi pulzni pritisk ICP (razlika med največjo vrednostjo ICP v sistoli in diastoli) (28).

Pulzatilna krivulja ICP ima tri vrhove: P1, P2 in P3, kot je prikazano na Sliki 2 (11):

- P1 (angl. percussion wave) je posledica distenzije arterijske stene možganskih arterij zaradi pulznega vala krvi, ki pride iz aorte. P1 je sinhron s sistoličnim vrhom arterijske krivulje.
- P2 (angl. tidal wave) je posledica povečanja volumna krvi v možganih in je odraz znotrajlobanjske podajnosti. Pri zmanjšani podajnosti možganov se P2 poveča.
- P3 (angl. dicrotic wave) odraža dikrotično zarezo na arterijski krivulji ob zapiranju aortne zaklopke.



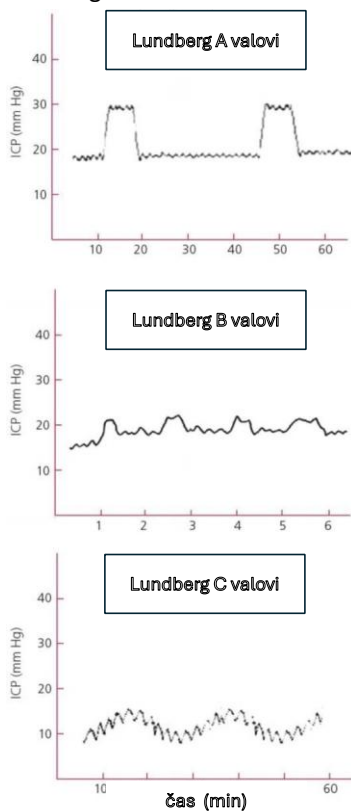
Slika 2: pulzatilna krivulja ICP. Vrhovi P1, P2, P3 (razlaga v besedilu). A – normalna ICP krivulja, B in C – zmanjšana podajnost možganov, D - izrazito zmanjšana podajnost možganov. Povzeto po (11).

Pri zdravih možganih brez znotrajlobanjske patologije (normalna znotrajlobanjska podajnost) je $P1 > P2 > P3$. Pri zmanjšani znotrajlobanjski podajnosti je $P1 < P2 > P3$, pri zelo zmanjšani podajnosti posameznih vrhov ni možno več razločiti (Slika 2) (8,29).

Če spremljamo ICP krivuljo tekom dalj časa, opazimo naslednje spremembe (Slika 3) (11,23,30):

- Lundberg A valove (plato valove) – porasti vrednosti ICP za 5-30 minut, s spremljajočim zmanjšanjem CPP, ki pomenijo zmanjšano podajnost možganov ter prehodno možgansko hipoperfuzijo. Če se po 10-15 minutah ne prekinejo spontano, se jih priporoča prekiniti z bolusnim odmerkom vazopresorja ali kratkotrajno hiperventilacijo (oboje povzroči vazokonstrikcijo

možganskih žil). Če plato valovi trajajo > 30 minut, so znak slabega kliničnega izhoda.



Slika 3: Lundbergovi A, B in C valovi. Razlaga je v besedilu. Povzeto po (30).

- Lundberg B valove (hiperemični valovi) – so redni in ponavljajoči se valovi v ICP krivulji s frekvenco 0,005-0,05 Hz, ki trajajo od 20 s do 3 min. Povezani so s spremembami v CBF in verjetno odražajo spremembe v možganskem metabolizmu. Lahko se pojavljajo tudi pri zdravih osebah, med spanjem ter mehanskim

predihavanjem. Večja kot je amplituda B valov po poškodbi glave, boljša je prognoza.

- Lundberg C valove (Traube-Hearing-Mayer valovi) – so oscilirajoči valovi s frekvenco 0,1-0,15 Hz, ki so verjetno povezani z aktivnostjo simpatičnega živčevja. Povezani so z oscilacijami baroreceptorskega in kemoreceptorskega refleksnega sistema. Ti valovi se prenašajo iz sistemskega žilja v možgansko žilje z vmesno spremembo zaradi avtoregulacije možganskih žil.

Poleg časovnega spremljanja ICP določeni monitorji omogočajo spektralno analizo ICP krivulje. S pomočjo Fourierjeve transformacije monitor razčleni krivuljo na frekvenčne komponente kot so srčna frekvenca, frekvenca dihanja in drugi počasni valovi (11).

Neinvazivne možnosti merjenja ICP

Obstajajo različne možnosti neinvazivnega merjenja ICP. Glavna slabost teh metod je, da z njimi ne moremo meriti ICP neprekinjeno in da je njihova natančnost odvisna od preiskovalca. Med neinvazivne metode spadajo ultrazvočno merjenje širine ovojnice optičnega živca, merjenje hitrosti pretokov v arteriji cerebri medii ali oftalmični arteriji s pomočjo transkranialnega dopplerja, magnetnoresonančno merjenje pulzatilnosti možganov. Natančnejša razlaga presega obseg tega prispevka, je pa na voljo v preglednem članku Canac in sod (8).

Vplivi, ki povečajo vrednost ICP

Poleg povečanja volumna možganov, likvorja in krvi znotraj lobanje (edem, hiperkapnija, hipoksija, motena/odsotna avtoregulacija) lahko k povečanju ICP prispevajo tudi povečan osrednji venski pritisk, pozitivni tlak na koncu izdiha (PEEP), povečani tlaki v prsnem košu pri mehanskem predihavanju, povečan intraabdominalni tlak, povišana telesna temperatura, uporaba hlapnih anestetikov (> 1 MAC),

dušikovega oksidula ter uporaba ketamina v odmerkih > 1 mg/kg (povečan CBF ter vazodilatacija zaradi hipoventilacije) (5). Mišični relaksansi (atrakurij, mivakurij, suksinilholin) in druga zdravila, ki povzročajo sproščanje histamina preko s histaminom povzročene vazodilatacije, lahko tudi prispevajo k povečanju ICP (5).

Povišana vrednost ICP je lahko posledica poškodbe glave, lahko nastane kot posledica krvavitev med in po operacijah na možganih (14,22,31). Po priporočilih Brain Trauma Foundation je potrebno povečano vrednost ICP zdraviti, če vrednost preseže 22 mmHg (14). Ukrepi so dvig vzglavja za 30 stopinj, sprostitev vratnih žil, preprečevanje hiperekstenzije/fleksije vratne hrbtenice, poglobitev anestezije oziroma analgozsedacije, v skrajnem primeru bolusni odmerek tiopental (100 mg iv). Če vsi omenjeni ukrepi ne zadoščajo, po dogovoru z nevrokirurgom odmerimo hiperosmolarne raztopine: 20% manitol (0,25-1 mg/kg) ali 20% NaCl v bolusnih odmerkih 10-20 ml iv, uporabimo lahko tudi furosemid. V primeru uporabe manitola in/ali furosemda pride do obilnih diurez in elektrolitskih motenj, ki jih je potrebno spremljati in ustrezno popravljati. Praviloma omenjena zdravila odmerjamo le v primeru, da imamo na voljo merjenje ICP-ja (14,31). Hiperventilacije se poslužimo le v izjemnih primerih ob kontroli PAAK (etCO₂ NE manj kot 4 kPa), po prenehanju hiperventilacije lahko pride do rebound fenomena (14). Pri možganskih tumorjih po dogovoru z operaterjem za zmanjševanje edema damo bolusni odmerek deksametazona (4-8mg / 6h iv) (32). Možen ukrep zmanjševanja ICP-ja je tudi umetno odvajanje likvorja preko zunanje likvorske drenaže, ki jo vstavi kirurg običajno v stranski ventrikel nedominantne hemisfere. Pri hudih poškodbah glave z neobvladljivim ICP-jem je skrajni ukrep delna odstranitev možganskega pokrova – dekompresijska kraniektomija (14).

Merjenje možganske oksigenacije in možni terapevtski ukrepi

Na oksigenacijo možganskega tkiva vpliva veliko med seboj kompleksno povezanih mehanizmov:

- dostava kisika: odvisna od deleža kisika v vdihanem zraku, hemoglobina ter CBF,
- difuzija kisika do celic,
- potreba celic po kisiku ter sposobnost celic za uporabo kisika (povišana telesna temperatura, drgetanje, agitacija, epileptična aktivnost povečajo potrebo celic po kisiku).

Na nekatere od njih lahko vsaj delno vplivamo, še vedno pa ni čisto jasno, kateri ukrep, ali bolje rečeno skupek ukrepov, je najboljši. Vedno poskušamo optimizirati vrednost hemoglobina > 90 g/l, oksigenacijo z ustreznim FiO_2 , CPP, telesno temperaturo (preprečevanje hipertermije) ter preprečevati in zdraviti epileptično aktivnost.

Neinvazivna metoda merjenja možganske oksigenacije je tako imenovana bližnja infrardeča spektroskopija – NIRS (angl. near infrared spectroscopy). Princip je podoben oksimetriji za ugotavljanje oksigenacije periferne krvi. Na čelo nalepimo dve komercialni elektrodi (za levi in desni čelni reženj možganov), ki v tkivo pošiljata signale v bližnje infrardečem spektru (~ 700 in 800 nm). Vsaka elektroda ima tudi dva detektorja (eden je blizu, eden je oddaljen od vira bližnje infrardeče svetlobe), ki merita odbito svetlobo. Na podlagi razlike v absorbirani svetlobi med oksigeniranim in deoksigeniranim hemoglobinom monitor izračuna zasičenost tkiva s kisikom (33). Prednost je neinvazivnost in možnost neprekinjenega merjenja. Slabosti so, da je možnost merjenja omejena na globino 3-4 cm frontalnih režnjev, pri poškodbi čelnih režnjev ni zanesljiva, k

meritvam prispeva tudi oksigenacija kože, kosti in možganskih ovojnic, na meritve lahko vplivajo motnje iz okolja (34).

Invazivno merjenje oksigenacije možganskega tkiva je možno na več načinov, trenutno pa je najbolj uveljavljeno merjenje delnega tlaka kisika v možganskem tkivu (angl. PbtO₂ - brain tissue oxygen tension monitoring). Za merjenje PbtO₂ nevrokirurg v možgansko tkivo vstavi posebni mikrokater za merjenje ICP. Mikrokateri za merjenje PbtO₂ so dveh vrst:

- S Clarkovo elektrodo, ki jo je treba dnevno kalibrirati (Licor Integra Monitor, Integra Neurosciences, Plainsboro, NJ, USA)
- Z metodo kaljenja kisika – angl. oxygen quenching (Raumedic Neurovent-PTO, Raumedic, Münchberg, Germany)

Za interpretacijo rezultatov je pomembno tudi mesto vstavitve mikrokatera. Nekateri zagovarjajo, da se vstavi v neprizadeto hemisfero, saj s tem poskušamo optimizirati neprizadeto tkivo. Drugi zagovarjajo vstavev v penumbro, saj bi tako z določenimi terapevtskimi ukrepi lahko vplivali na še potencialno rešljivo možgansko tkivo. Pri difuznih poškodbah se priporoča vstavev v nedominantno hemisfero (4). Normalne vrednosti PbtO₂ so $> 23 \pm 7$ mmHg. Zaenkrat po podatkih iz literature ni čisto jasno, katera je še varna nanjnižja vrednost pri patologiji v možganih. Dejstvo je, da pri vrednostih PbtO₂ < 15 mmHg nastanejo pomembne okvare celičnega metabolizma (4,35). Večina ekspertov trenutno priporoča ciljno vrednost PbtO₂ > 20 mmHg (36). Nizka vrednost PbtO₂ je lahko posledica:

- tehničnih težav
- nizkega CBF
- nizke vsebnosti kisika v krvi
- motene difuzije kisika do celic (npr. zaradi možganskega edema)

Za testiranje katetra in posredno tudi CBF se priporoča test s hiperoksijo: za 20 minut bolnika oksigeniramo s 100% kisikom, če se vrednost PbtO₂ poveča za 100-300%, kateter deluje pravilno oziroma kaže odziv na povečanje CBF. Prednost testa s hiperoksijo je tudi, da lahko izračunamo OxR (angl oxygen ratio).

OxR = (PbtO₂ pri FiO₂ 100% – PbtO₂ pri izhodiščnem FiO₂)/(PaO₂ pri FiO₂ 100% – PaO₂ pri izhodiščnem FiO₂).

Za računanje OxR je potrebno narediti plinsko analizo arterijske krvi pred začetkom testa s hiperoksijo (izhodiščni FiO₂) in na koncu testa s hiperoksijo (100% FiO₂) (2). Zmanjšana vrednost OxR (< 0,2) po podatkih iz literature kaže na zmanjšan CBF kljub normalnemu ICP in PbtO₂. Normalna vrednost OxR ob blago povišani vrednosti ICP in normalni vrednosti PbtO₂ verjetno kaže na hiperemijo možganov. Izolirano zmanjšana vrednost PbtO₂ ob normalni vrednosti OxR pa verjetno pomeni nesorazmerje med dostavo kisika ter njegovo porabo v celicah, ki ni odvisno od CBF (nizka vsebnost kisika v krvi ali povečana poraba kisika v celicah) (2).

Na Sliki 4 je prikazan algoritem ukrepanja pri bolnikih z možgansko hipoksemijo, pri katerih merimo ICP in PbtO₂, algoritem je povzet po Seattle Interantional Severe Traumatic Brain Injury Consensus Conference (36).

Mikrodializa možganskega tkiva

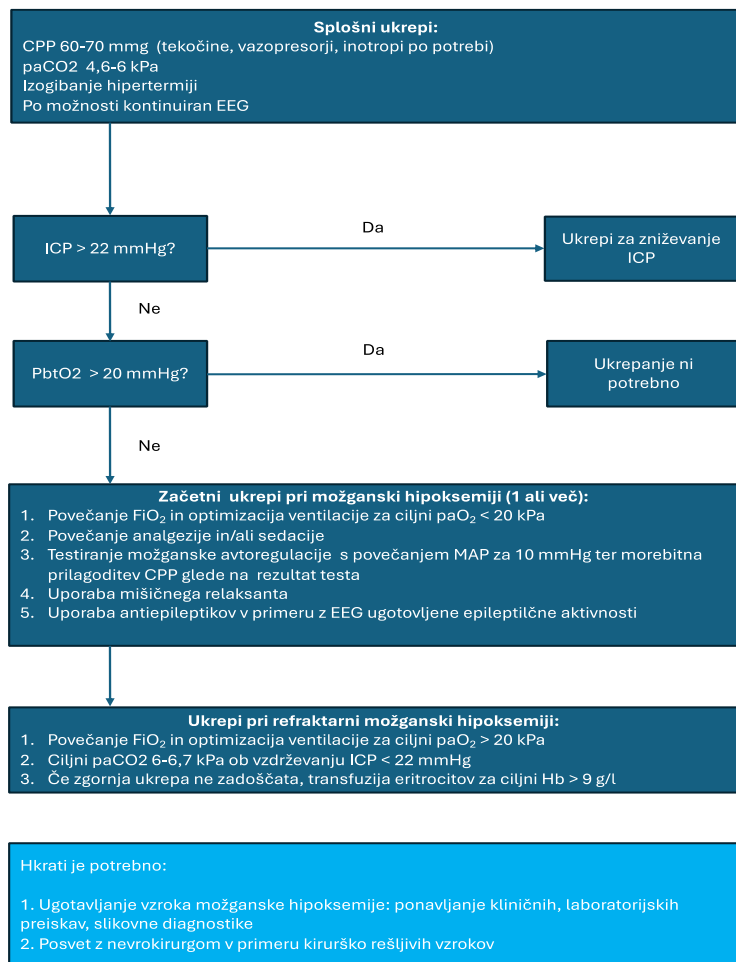
Možgansko mikrodializo sta v 70. letih prejšnjega stoletja opisala Ungerstedt in Pycock, v klinično prakso pa je bila metoda vpeljana 1989 (37,38).

Oprema za izvajanje mikrodialize je še vedno dostopna le v nekaj centrih, zaradi potrebe po enournem zbiranju tekočine za ustrezno tolmačenje rezultatov tudi ni senzitivna metoda za hitre spremembe v CBF in hitro ukrepanje (1).

Za izvajanje mikrodialize je potrebno v možgansko tkivo vstaviti poseben kateter s polprepustno membrano, ki ponavadi omogoča tudi hkratno merjenje ICP in PbtO₂. Nato se v možgane vbrizgava posebna tekočina (dializat) s hitrostjo 0,3 uL/min. Preko polprepustne membrane molekule, kot so glukoza, laktat, piruvat, glutamat, glicerol, citokini in večje beljakovine, prehajajo v dializat, ki ga zbiramo v enournih presledkih. Koncentracija molekul, ki prehajajo v dializat, odraža koncentracijo v možganskem tkivu ter s tem posredno kaže na morebitne patološke procese (4). Glukoza je primarni substrat možganskih celic za proizvodnjo energije v mitohondrijih. Nevroglikopenija (glukoza < 0.8 mmol/L) lahko pomeni, da gre premajhno dostavo glukoze možganom (sistemska glikopenija ali zmanjšana CBF) ali pa povečano porabo glukoze (npr. pri povišani telesni temperaturi ali epileptični aktivnosti). Pri srednje hudi do hudi poškodbi glave naj bi do prehodne nevroglikopenije prišlo celo v do 75%, predvsem dalj časa trajajoča nevroglikopenija pa je povezana s slabšim kliničnim izходом, podobno kot hiperglikemija (4,39). Tako ima spremljanje koncentracije glukoze s pomočjo mikrodialize potencial boljšega vodenja sistemske glikemije, na katero lahko neposredno vplivamo.

V primeru poškodbe prevladuje anaerobni metabolizem, zaradi česar se piruvat ne vključuje v Krebsov cikel, temveč pretvarja v laktat, ki je alternativno gorivo možganskih celic. Bolj kot absolutna vrednost laktata je za interpretacijo metabolizma povedno razmerje laktat/piruvat, večje kot je razmerje, bolj je metabolizem anaeroben (4). Hkrati ima razmerje laktat/piruvat > 25 napovedno vrednost za napovedovanje povečanja vrednosti ICP (4). S pomočjo mikrodialize lahko uravnavamo tudi ciljno telesno temperaturo, saj hipertermija povečuje metabolizem možganskih celic (40). Možganska mikrodializa ima bolj vlogo proaktivnega kot reaktivnega ukrepanja, zaenkrat pa je v uporabi predvsem v raziskovalne namene. Z

merjenjem različnih citokinov bo v prihodnosti morda njena vloga tudi v ugotavljanju nevrogenega vnetja (4).



Slika 4: Algoritem ukrepanja pri bolnikih z možgansko hipoksemijo, pri katerih merimo ICP in PbtO₂, algoritem je povzet po Seattle International Severe Traumatic Brain Injury Consensus Conference

(36). CPP- možganski perfuzijski pritisk, MAP – srednji arterijski pritisk, ICP – znotrajlobanjski pritisk, FiO2 – odstotek kisika v vdihanem zraku, paO2 – delni tlak kisika v arterijski krvi, paCO2 – delni tlak ogljikovega dioksida v arterijski krvi, EEG – elektronefalogram, Hb - hemoglobin

Zaključek

Invazivno merjenje znotrajlobanjskega pritiska je ustaljena metoda pri hudi poškodbi glave, čeprav obstaja nekaj dilem v zvezi z indikacijami zaradi invazivnosti in možnih zapletov ter jasne prednosti takega nadzora možganov niso bile dokazane. Če jo kombiniramo z metodami za oceno avtoregulacije možganskega žilja in oksigenacije možganov pa je v pomoč pri personalizaciji terapije za posameznega bolnika ter tudi napovedovanju prognoze. Možganska mikrodializa je zaenkrat na voljo le v posameznih centrih, v prihodnosti pa bo morda imela večjo vlogo pri vodenju glikemije ter ugotavljanju nevrogenega vnetja v možganih.

Literatura

1. Bouzat P, Marques-Vidal P, Zerlauth JB, Sala N, Suys T, Schoettker P, et al. Accuracy of brain multimodal monitoring to detect cerebral hypoperfusion after traumatic brain injury*. Crit Care Med. 2015 Feb;43(2):445–52.
2. Gargadenne T, Ferraro G, Chapusette R, Chapalain X, Bogossian E, Van Wettere M, et al. Detection of cerebral hypoperfusion with a dynamic hyperoxia test using brain oxygenation pressure monitoring. Crit Care. 2022 Dec;26(1):35.
3. Klein SP, Depreitere B, Meyfroidt G. How I monitor cerebral autoregulation. Crit Care. 2019 May 7;23:160.

4. Casault C, Couillard P, Kromm J, Rosenthal E, Kramer A, Brindley P. Multimodal brain monitoring following traumatic brain injury: A primer for intensive care practitioners. *J Intensive Care Soc.* 2022 May;23(2):191–202.
5. Striebel HW. Die Anästhesie [Internet]. 4., vollständig überarbeitete Auflage. Thieme Verlag; 2019 [cited 2023 Mar 8]. Available from: <https://www.thieme-connect.de/products/ebooks/book/10.1055/b-006-163370>
6. Small C, Lucke-Wold B, Patel C, Abou-Al-Shaar H, Moor R, Mehkri Y, et al. What are we measuring? A refined look at the process of disrupted autoregulation and the limitations of cerebral perfusion pressure in preventing secondary injury after traumatic brain injury. *Clin Neurol Neurosurg.* 2022 Oct 1;221:107389.
7. Moerman A, De Hert S. Why and how to assess cerebral autoregulation? *Best Pract Res Clin Anaesthesiol.* 2019 Jun 1;33(2):211–20.
8. Canac N, Jalalessini K, Thorpe SG, Thibeault CM, Hamilton RB. Review: pathophysiology of intracranial hypertension and noninvasive intracranial pressure monitoring. *Fluids Barriers CNS.* 2020 Dec;17(1):40.
9. Weller RO, Djuanda E, Yow HY, Carare RO. Lymphatic drainage of the brain and the pathophysiology of neurological disease. *Acta Neuropathol (Berl).* 2009 Jan;117(1):1–14.
10. Kalisvaart ACJ, Wilkinson CM, Gu S, Kung TFC, Yager J, Winship IR, et al. An update to the Monro–Kellie doctrine to reflect tissue compliance after severe ischemic and hemorrhagic stroke. *Sci Rep.* 2020 Dec 16;10(1):22013.

11. Cucciolini G, Motroni V, Czosnyka M. Intracranial pressure for clinicians: it is not just a number. *J Anesth Analg Crit Care*. 2023 Sep 5;3(1):31.
12. Wilson MH. Monro-Kellie 2.0: The dynamic vascular and venous pathophysiological components of intracranial pressure. *J Cereb Blood Flow Metab*. 2016 Aug;36(8):1338–50.
13. Hausburg MA, Banton KL, Roman PE, Salgado F, Baek P, Waxman MJ, et al. Effects of propofol on ischemia-reperfusion and traumatic brain injury. *J Crit Care*. 2020 Apr 1;56:281–7.
14. Carney N, Totten AM, O'Reilly C, Ullman JS, Hawryluk GWJ, Bell MJ, et al. Guidelines for the Management of Severe Traumatic Brain Injury. :244.
15. Evensen KB, Eide PK. Measuring intracranial pressure by invasive, less invasive or non-invasive means: limitations and avenues for improvement. *Fluids Barriers CNS*. 2020 May 6;17(1):34.
16. Guendling K, Smielewski P, Czosnyka M, Lewis P, Nortje J, Timofeev I, et al. Use of ICM+ software for on-line analysis of intracranial and arterial pressures in head-injured patients. *Acta Neurochir Suppl*. 2006;96:108–13.
17. Steiner LA, Czosnyka M, Piechnik SK, Smielewski P, Chatfield D, Menon DK, et al. Continuous monitoring of cerebrovascular pressure reactivity allows determination of optimal cerebral perfusion pressure in patients with traumatic brain injury. *Crit Care Med*. 2002 Apr;30(4):733–8.
18. Czosnyka M, Smielewski P, Kirkpatrick P, Laing RJ, Menon D, Pickard JD. Continuous assessment of the cerebral vasomotor reactivity in head injury. *Neurosurgery*. 1997 Jul;41(1):11–7; discussion 17-19.

19. Beqiri E, Placek MM, Chu KH, Donnelly J, Cucciolini G, Motroni V, et al. Exploration of uncertainty of PRx time trends. *Brain Spine*. 2024;4:102795.
20. Mauritzon S, Ginstman F, Hillman J, Wårdell K. Analysis of laser Doppler flowmetry long-term recordings for investigation of cerebral microcirculation during neurointensive care. *Front Neurosci* [Internet]. 2022 Nov 3 [cited 2024 Jul 15];16. Available from: <https://www.frontiersin.org/journals/neuroscience/articles/10.3389/fnins.2022.1030805/full>
21. Zeiler FA, Smielewski P, Stevens A, Czosnyka M, Menon DK, Ercole A. Non-Invasive Pressure Reactivity Index Using Doppler Systolic Flow Parameters: A Pilot Analysis. *J Neurotrauma*. 2019 Mar 1;36(5):713–20.
22. Badenes R, Gruenbaum SE, Bilotta F. Cerebral protection during neurosurgery and stroke: *Curr Opin Anaesthesiol*. 2015 Oct;28(5):532–6.
23. Lundberg N. Continuous recording and control of ventricular fluid pressure in neurosurgical practice. *Acta Psychiatr Scand Suppl*. 1960;36(149):1–193.
24. Le Roux P, Menon DK, Citerio G, Vespa P, Bader MK, Brophy GM, et al. Consensus Summary Statement of the International Multidisciplinary Consensus Conference on Multimodality Monitoring in Neurocritical Care. *Neurocrit Care*. 2014 Dec 1;21(2):1–26.
25. Bouzat P, Sala N, Payen JF, Oddo M. Beyond intracranial pressure: optimization of cerebral blood flow, oxygen, and substrate delivery after traumatic brain injury. *Ann Intensive Care*. 2013 Jul 10;3(1):23.

26. Langfitt TW, Weinstein JD, Kassell NF, Gagliardi LJ. Transmission of Increased Intracranial Pressure: II. Within the Supratentorial Space. *J Neurosurg.* 1964 Nov 1;21(11):998–1005.
27. Reinstrup P, Unnerbäck M, Marklund N, Schalen W, Arrocha JC, Bloomfield EL, et al. Best zero level for external ICP transducer. *Acta Neurochir (Wien).* 2019;161(4):635–42.
28. Wagshul ME, Eide PK, Madsen JR. The pulsating brain: A review of experimental and clinical studies of intracranial pulsatility. *Fluids Barriers CNS.* 2011 Jan 18;8(1):5.
29. Nucci CG, De Bonis P, Mangiola A, Santini P, Sciandrone M, Risi A, et al. Intracranial pressure wave morphological classification: automated analysis and clinical validation. *Acta Neurochir (Wien).* 2016 Mar 1;158(3):581–8.
30. Hirzallah MI, Choi HA. The Monitoring of Brain Edema and Intracranial Hypertension. *J Neurocritical Care.* 2016 Dec 9;9(2):92–104.
31. Bilotta F, Guerra C, Rosa G. Update on anesthesia for craniotomy: *Curr Opin Anaesthesiol.* 2013 Oct;26(5):517–22.
32. Saito J, Masters J, Hirota K, Ma D. Anesthesia and brain tumor surgery: technical considerations based on current research evidence. *Curr Opin Anaesthesiol.* 2019 Oct;32(5):553–62.
33. Scheeren TWL, Schober P, Schwarte LA. Monitoring tissue oxygenation by near infrared spectroscopy (NIRS): background and current applications. *J Clin Monit Comput.* 2012 Aug;26(4):279–87.
34. Pedersen SS, Sørensen MK, Olsen MH, Stisen ZR, Lund A, Møller K, et al. Near-infrared spectroscopy to measure brain oxygenation: A

comparison of measurements on the skin, skull and dura mater. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2024;68(2):188–94.

35. Valadka AB, Goodman JC, Gopinath SP, Uzura M, Robertson CS. Comparison of brain tissue oxygen tension to microdialysis-based measures of cerebral ischemia in fatally head-injured humans. *J Neurotrauma.* 1998 Jul;15(7):509–19.

36. Chesnut R, Aguilera S, Buki A, Bulger E, Citerio G, Cooper DJ, et al. A management algorithm for adult patients with both brain oxygen and intracranial pressure monitoring: the Seattle International Severe Traumatic Brain Injury Consensus Conference (SIBICC). *Intensive Care Med.* 2020 May;46(5):919–29.

37. Ungerstedt U, Pycock C. Functional correlates of dopamine neurotransmission. *Bull Schweiz Akad Med Wiss.* 1974 Jul;30(1–3):44–55.

38. Carteron L, Bouzat P, Oddo M. Cerebral Microdialysis Monitoring to Improve Individualized Neurointensive Care Therapy: An Update of Recent Clinical Data. *Front Neurol.* 2017;8:601.

39. Stein NR, McArthur DL, Etchepare M, Vespa PM. Early cerebral metabolic crisis after TBI influences outcome despite adequate hemodynamic resuscitation. *Neurocrit Care.* 2012 Aug;17(1):49–57.

40. Oddo M, Levine JM, Mackenzie L, Frangos S, Feihl F, Kasner SE, et al. Brain Hypoxia Is Associated With Short-term Outcome After Severe Traumatic Brain Injury Independently of Intracranial Hypertension and Low Cerebral Perfusion Pressure. *Neurosurgery.* 2011 Nov 1;69(5):1037–45.

Drugi sklop: Nega pacienta z ICP in ZVD

Vstavitev ICP in ZVD v operacijski sobi ali urgentni enoti (S. Somer Grujčič, J. Zorman, S. Tišler, K. Pečar Greif, K. Pongračič, S. Kocjan)

ICP and EVP Placement in the Operating Theater and in an Emergency Room

S. Somer Grujčič, J. Zorman, S. Tišler, K. Pečar Greif, K. Pongračič, S. Kocjan

Oddelek za nevrokirurgijo

Univerzitetni klinični center Maribor

Ljubljanska ulica 5

2000 Maribor

Izvleček

Merjenje intrakranialnega pritiska s pomočjo senzorja za merjenje intrakranialnega pritiska (ICP) in drenaža likvorja s pomočjo zunanje venrikularne drenaže (ZVD) sta danes nepogrešljivi orodji v obvladovanju in oskrbi možganskih poškodb. Senzor za merjenje ICP in ZVD lahko nastavljamo v operacijski dvorani, enoti intenzivne terapije ali v urgentnem centru.

Pogosto urgentno stanje pacienta zahteva, da je potrebno ICP in ZVD namestiti izven operacijske dvorane. Operacijske dvorane so zasnovane tako, da vplivajo na manjšo možnost prenosa okužb, tudi vsi ostali pogoji v operacijski dvorani so taki, da predstavljajo minimalno tveganje za nastanek operativnih okužb, zato predstavlja vsak operativni poseg, ki se izvede izven operacijske dvorane večje tveganje, da bo pri pacientu prišlo do komplikacij (krvavitev, okužba).

Glavne besede

Kateter za merjenje ICP (intrakranialni pritisk); ZVD (zunanja ventrikularna drenaža); operacijska dvorana; enota intenzivne terapije

Abstract

Measurement of the intracranial pressure using an intracranial pressure (ICP) sensor and drainage of cerebrospinal fluid using external ventricular drainage (EVD) are currently indispensable tools in the management and care of patients with brain injuries. The ICP sensor and EVD can be inserted in the operating theatre as well as in the intensive care unit (ICU) or an emergency room (ER).

Often, patients with traumatic brain injury require insertion of the ICP sensor and EVD outside of the operating theatre, which is designed to lower the chances of surgical site infection, therefore, surgical interventions performed outside the operating theatre present a greater risk of complications (e.g. bleeding, infection).

Keywords

ICP (intracranial pressure) catheter; EVD (external ventricular drainage); operating theatre; intensive care unit

Uvod

Odkar se je začelo merjenje intrakranialnega pritiska (ICP) v 60. letih 20. stoletja, je to postalo nepogrešljivo orodje v oskrbi in obvladovanju zmernih do hudih možganskih poškodb. Spremljanje ICP je pomembno pri vodenju terapevtskih posegov, katerih cilj je vzdrževanje fiziološkega ICP in preprečevanje intrakranialne hipertenzije, s tem se skuša preprečiti sekundarno poškodbo možganov, ki lahko nastane zaradi neustreznega možganskega pretoka.

Delitev katetrov za merjenje ICP

Na nevrokirurškem oddelku UKC Maribor trenutno uporabljamo dve vrsti katetrov za merjenje ICP proizvajalca Raumedic in sicer Neurovent – P in Neurovent – PTO (ICP-temp-pO₂) merjenja in njihove funkcije.

Vstavitev ICP in ZVD v operacijski dvorani

Kirurg se na podlagi stanja posameznega pacienta odloči kje bo nastavljal kateter za merjenje ICP in ZVD, v operacijski dvorani, v intenzivni enoti ali urgentnem centru. Vsekakor je operacijska dvorana najprimernejši prostor za nastavljanje katetra za merjenje ICP in ZVD in če pacientovo zdravstveno stanje dopušča se mu kateter za merjenje ICP in ZVD nastavi v operacijski dvorani. Operacijska dvorana je prostor kjer se izvajajo operativni posegi po aseptični metodi dela. Za preprečevanje okužb in zagotavljanje varnosti pacienta mora operacijska dvorana zadostovati predpisanim kriterijem glede materialov iz katerih je zgrajena, primerne temperature, razsvetljave, zračenja in vlažnosti (1).

Pacient, ki se mu vstavlja ICP senzor in ZVD v operacijski dvorani največkrat ni pri zavesti, je intubiran in pripeljan iz urgentnega centra ali intenzivne enote. Pri sprejemu pacienta v operacijsko dvorano sodeluje ves tim, ki vključuje kirurga, anesteziologa, anestezijsko

medicinsko sestro, operacijsko medicinsko sestro (OPMS) in bolničarja. Po ustrezni identifikaciji se pacienta s pomočjo prelagalne naprave prestavi na operacijsko mizo, kjer se mu namestijo varnostni pasovi, nato se ga pripelje v operacijsko dvorano kjer se ga neposredno pripravi na operativni poseg.

Pacient je nameščen v hrbtni operativni položaj, zgornji okončini sta ob telesu, ki sta podloženi z razbremenilnimi blazinami, pacient se ne sme dotikati kovinskih delov operacijske mize. Spodnji okončini sta iztegnjeni in podloženi z razbremenilnimi blazinami, ter podprti s podporniki. Glava leži na podkvi.

Po pripravi pacienta sledi priprava operativnega tima na operacijski poseg. Umita OPMS si pripravi ves material, ki ga bo potrebovala pri posegu in sicer:

- ICP senzor,
- ZVD,
- set za operativni poseg na glavi,
- set z inštrumenti,
- aspiracijsko cev,
- bipolarno pinceta,
- sterilne kirurške rokavice,
- baterijo za vrtalko,
- šivalni material,
- 500 ml 0,9 % Na Cl in
- razkužilo.

Krožeča OPMS medtem pomaga pri fizični pripravi pacienta, preveri namestitvev pacienta, obrije operativno polje, umije operativno polje, natančno in čitljivo izpolni dokumentacijo, med operacijskim posegom asistira umiti OPMS pri pripravi delovnih površin, odpira ji sterilne sete, inštrumente, drugo opremo in pripomočke.

Po kirurškem umivanju rok se umita OPMS obleče v sterilen kirurški plašč in nadene sterilne kirurške rokavice, nato si pripravi kirurške inštrumente in ves material, ki ga bo potrebovala

pri posegu.



Slika 1: Sodelovanje krožeče in umite OPMS pri pripravi na operativni poseg

Kirurg po kirurškem umivanju rok najprej razkuži operativno polje z razkužilom, v operacijskem bloku UKC Maribor za razkuževanje operativnega polja trenutno uporabljamo 2% obarvan Chlorhexidine.



Slika 2: Priprava operativnega polja

Medtem ko se razkuženo operativno polje suši na zraku, umita OPMS kirurga obleče v sterilni plašč in mu nadene sterilne rokavice, temu sledi prekrivanje operativnega polja. Za prekrivanje operativnega polja se uporabljajo standardizirani seti pripravljeni za posamezne operativne posege, s tem se skrajša čas priprave na operativni poseg, zmanjša se tudi možnost kontaminacije med odpiranjem posameznih komponent, prav tako je tudi manj odpadkov. Za prekrivanje operativnega polja se uporabljajo netkani materiali za enkratno uporabo, ki zagotavljajo dobro prilagodljivost operativnemu polju in najboljšo zaščito pred okužbo operativne rane, zato je ta izbira najboljša za varnost pacienta (1).



Slika 3: Pokrivanje operativnega polja z netkanim materialom za enkratno uporabo

Pred uporabo seta za merjenje ICP in ZVD je potrebno opraviti pregled embalaže in katetra, da se lahko pravočasno odkrije morebitne poškodbe materiala ali embalaže, prav tako preverimo rok trajanja sterilnosti. Pred in med uporabo se katetra za merjenje ICP ne sme upogniti, raztegniti ali stisniti, prav tako ni dovoljena manipulacija s kirurškimi inštrumenti zaradi nevarnosti zloma steklenih vlaken. Senzorji tlaka ne smejo biti izpostavljeni nedoločenim tlakom npr. s pritiskanjem katetra s pinceto pri vstavljanju v izvrtano luknjo, saj lahko pri tlaku nad 1500 mmHg pride do poškodb senzorjev (2).

Ko je operativno polje sterilno prekrito se namesti aspiracijski set in bipolarna pinceta.



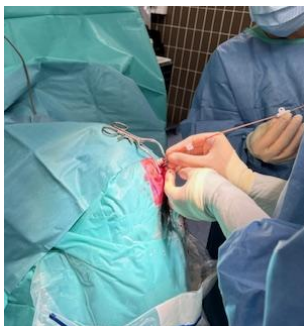
Slika 4: Pripravljeno operativno polje

Kirurg najprej s skalpelom zareže v kožo in podkožje, z Adsonovim raspatorijem si razkrije lobanjsko kost, namesti razpirač, z bipolarno pinceto opravi hemostazo, nato s pomočjo baterijske vrtalke v lobanjsko kost izvrta luknjo z ustreznim kompletom s svedrom Raumedic DLILL KIT, s spiranjem odstrani kostne drobce, predhodno nameščeni pritrdilni pokrovček se odstrani iz intrakranialnega vijaka in se ga ne zavrže, nato se privije intrakranialni vijak z orodjem za vijačenje dokler ne zagrabi, navpično ob upoštevanju debeline lobanjske kosti.



Slika 5: Vrtanje lobanjske kosti

Pritrdilni pokrovček se privije nazaj na intrakranialni vijak, naredi se punkcija dure s priloženim odpirčem za duro, nakar se kateter povleče skozi intrakranialni vijak, pokrovček za pritrditev se vrti dokler se kateter ne blokira in se vzpostavi dobro tesnjenje, poleg tega pa je treba paziti, da ostane kateter še naprej odprt za prezračevanje in odvajanje.

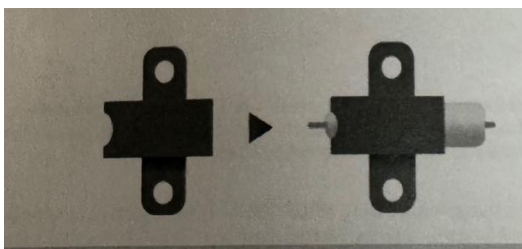


Slika 6: Vstavljanje katetra za merjenje ICP



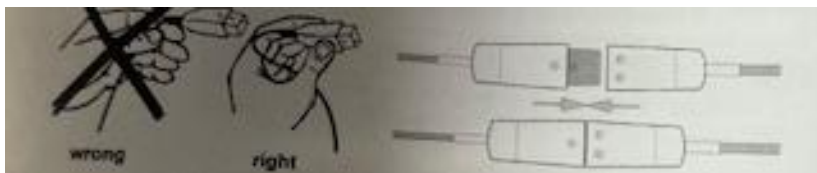
Slika 7: Odpirач za duro, pritrdilni pokrovček

Kateter je treba za preprečitev manipulacije položaja neodvisno od metode uporabe dodatno pritrditi na kožo glave s priloženim pritrdilnim krilom.



Slika 8: Pritrdilno krilo za ICP senzor

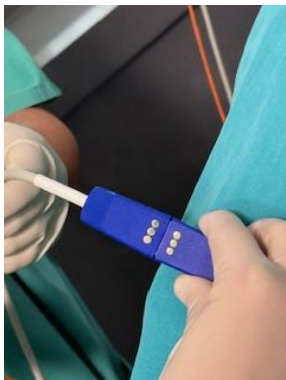
Po vstavitvi katetra je treba kateter pravilno priključiti, tu moramo biti pozorni, da so zlate pike na vtičnih priključkih kablov ICP-TEMP ali PTO in katetra na isti strani.



Slika 9: Pravilna priključitev



Slika 10: Sodelovanje OPMS in anestezijske medicinske sestre pri priključitvi katetra za merjenje ICP



Slika 11: Pravilna priključitev

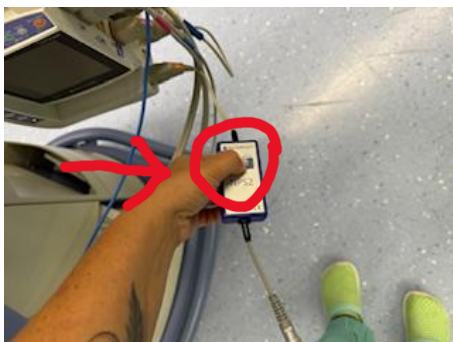
Pred vstavitvijo ICP katetra v parenhim je potrebna izravnava ničelne točke, ki jo je treba izvesti v skladu z navodili za uporabo simulatorja ničelne točke NPS2 (umerjanje ničelne nastavitve monitorja s pritiskom na modri gumb NPS2).



Slika 12: Anestezijski aparat in mesto kjer je pospravljen povezovalni kabel

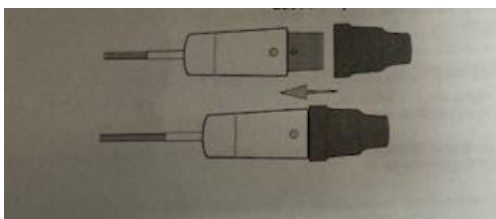


Slika 13: Umerjanje ničelne točke



Slika 14: Umerjanje ničelne točke

Če ICP kateter ni priključen je potrebno vtič katetra vedno zapreti s priloženim zaščitnim pokrovčkom, da se ga zaščiti pred vlago.



Slika 15: Zaščitni pokrovček za kateter

Priključitev ICP katetra na sisteme za spremljanje

Merilna veriga za merjenje tlaka obsega:

-Tlačni kateter Raumedic(1),

-kabel ICP-TEMP(2) in

-NPS2(3).

Merilna veriga za merjenje temperature obsega:

-Tlačni kateter Raumedic(1),

-kabel ICP-TEMP(2),

-adapter ICP-TEMP(4) in

-NPS2(3).

Merilna veriga za merjenje delnega tlaka kisika obsega:

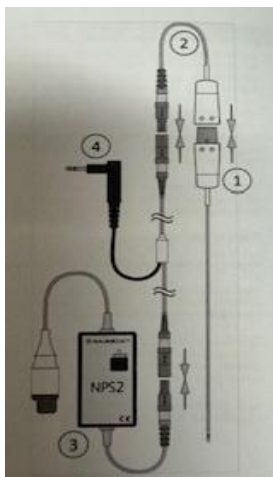
-Tlačni kateter Raumedic,

-kabel PTO,

-kabel LWL (optični kabel) in

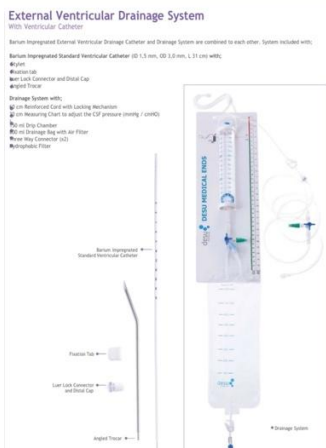
-DATALOGGER MPR2 logO/ EASY logO/Raumed NeuroSmart logO.

Za dodatno merjenje delnega tlaka kisika je treba kabel ICP-TEMP in adapter ICP-TEMP zamenjati s kablom PTO. Poleg tega je za priključitev merilnega kanala za kisik potreben kabel LWL (optični kabel) (2).



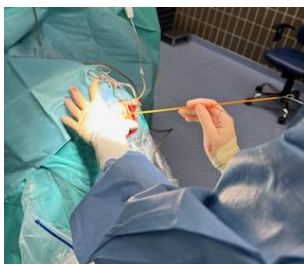
Slika 16: Sistem za spremljanje ICP

Po nastavitvi ICP senzorja se glede na stanje pacienta lahko istočasno nastavi tudi zunanja ventrikularna drenaža (ZVD).

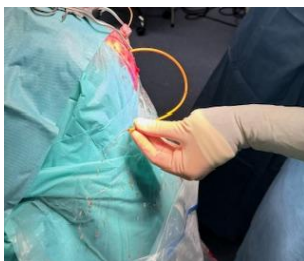


Slika 17: Sistem za zunanjo ventrikularno drenažo

Uporabljamo ZVD proizvajalca Desu medical. ZVD uporabljamo za drenažo likvoja s čimer zmanjšujemo oz. vzdržujemo primeren intrakranialni tlak. ZVD je sestavljena iz proksimalnega dela (drenažni kateter z mandrenom), ki ga kirurg vstavi v ventrikel, distalni del pa sestavljajo menzura, ki je povezana z drenažno vrečko na izpust. Kateter je prevlečen z antibiotikom, kar zmanjšuje možnost infekcije. Za namestitev ZVD potrebujemo sveder, ki je debelejši od svedra za nastavljanje senzorja za merjenje ICP, s katerim se izvrti še dodatna luknja, prav tako se odstrani kostne drobce, z drenažno iglo se prekine dura in nato uvede drenažni kateter z mandrenom v ventrikel. Kateter kirurg vstavi na primerno globino, mandren pa po uspešni vstavitvi odstrani in nato s pomočjo drenažne igle, ki smo jo namestili na kateter, uvede skozi kožo približno 10 cm od operacijske rane.



Slika 18: Uvajanje drenažnega katetra



Slika 19: Uvajanje drenažnega katetra

S tem želimo preprečiti oz. zmanjšati možnost okužbe. Kateter nato povežemo z zunanjim drenažnim sistemom v katerega odteka likvor. Na koncu se drenažni kateter pritrdi s šivi in zašije kirurška rana. Pri vstavljanju ZVD mora biti kirurg pozoren na to da drenažni kateter vstavlja z mandrenom, da ga vstavi na primerno globino in da ne pride do upogibanja ali gubanja drenažnega katetra (3).



Slika 20: Povezovanje drenažnega katetra z zunanjim drenažnim sistemom

Vstopna mesta katetrov je potrebno redno preverjati in redno izvajati preveze kirurške rane. Pozorni moramo biti na znake okužbe rane kot so oteklina, pordelost. Kadar obstajajo znaki okužbe je treba katetre odstraniti. Priporočljivo je, da se kateter za merjenje ICP zamenja po 5. dneh in ne kasneje kot po 10. dneh. ICP in ZVD kateter se po uporabi odstranita brez težav, tako da se rahlo povlečeta iz rane. Izogibati se je potrebno ekstremnemu vlečenju ali poškodbi katetra z ostrimi inštrumenti, zlasti med odstranjevanjem. Po odstranitvi je potrebno preveriti celovitost katetrov. Po odstranitvi katetrov se konice katetrov pošljejo na mikrobiološke preiskave. Na področju mesta vstavitve katetrov lahko pride do krvavitve iz kostnih žil, žil možganskih ovojnic, kortikalnih ali intraparenhimatoznih žil. V

primeru suma na krvavitev je potrebno opraviti kontrolno slikanje (2).

Vstavitev ICP in ZVD v enoti intenzivne terapije ali urgentni enoti

Pogosto urgentno stanje pacienta zahteva, da je potrebno ICP in ZVD namestiti izven operacijske dvorane. Operacijske dvorane so že zasnovane tako, da vplivajo na manjšo možnost prenosa okužb, tudi vsi ostali pogoji v operacijski dvorani so taki, da predstavljajo minimalno tveganje za nastanek operativnih okužb. Zato predstavlja vsak operativni poseg, ki se izvede izven operacijske dvorane večje tveganje, da bo pri pacientu prišlo do komplikacij (krvavitev, okužba).

Kadar se kirurg odloči, da bo kateter za merjenje ICP in ZVD nastavljal izven operacijske dvorane se moramo na ta poseg dobro pripraviti.

Pripravimo si:

- Set z inštrumenti za nastavljanje ICP in ZVD,
- baterijo za vrtalko,
- ICP senzor,
- ZVD,
- skalpel,
- sterilne kirurške rokavice,
- šivalni material in
- brivnik.

Ves material prinesemo v enoto intenzivne terapije kjer leži pacient.

Poseg se izvaja na pacientovi postelji v bolniški sobi kjer po navadi leži več pacientov. Ko smo preverili identiteto pacienta mu obrijemo lasišče in mehanično očistimo kožo, poskrbimo za dobro namestitev glave in dobro razsvetljavo.

Set z inštrumenti namestimo na voziček kjer ga sterilno odpremo. Ker v operacijski dvorani po navadi vzporedno potekajo operativni programi ni na voljo dovolj OPMS, tako da kirurga pri posegu spremlja samo ena OPMS zato si mora kirurg ves inštrumentarij pripraviti sam. Kirurg si najprej pripravi ves material in inštrumente, ki jih bo potreboval pri posegu, nato si pripravi operativno polje, ki ga razkuži s 70% Ethanolom, nato prekrije operativno polje z bombažnimi kompresami.



Slika 21: Priprava inštrumentarija



Slika 22: Priprava katetra za merjenje ICP

Pripravi si operativno polje, ki ga razkuži s 70% Ethanolom, nato ga prekrije z bombažnimi kompresami.



Slika 23: Priprava operativnega polja



Slika 24: Pokrivanje operativnega polja s sterilnim bombažnim operacijski perilom

Nato kirurg vstavi ICP in ZVD po enakem postopku kot v operacijski dvorani, vendar s to razliko, da nima na voljo bipolarne pincete za hemostazo in aspiratorja.



Slika 25: Pogoji dela v enoti intenzivne terapije

Po vstavitvi katetra je potrebno kateter pravilno priključiti, tu moramo biti pozorni, da so zlate pike na vtičnih priključkih kablov ICP-TEMP ali PTO in katetra na isti strani.



Slika 26: Pravilna priključitev kablov



Slika 27: Prikaz vrednosti na monitorju

Pred vstavitvijo ICP katetra v parenhim je potrebna izravnava ničelne točke, ki jo je treba izvesti v skladu z navodili za uporabo simulatorja ničelne točke NPS2 (umerjanje ničelne nastavitve monitorja s pritiskom na modri gumb NPS2). Po namestitvi katetrov se rana razkuži in sterilno prekrije.



Slika 28: Pokritje ran

Zaključek

Merjenje intrakranialnega pritiska (ICP) je danes nepogrešljivo v oskrbi in obvladovanju zmernih do hudih možganskih poškodb.

Na nevrokirurškem oddelku UKC Maribor trenutno uporabljamo dve vrsti katetrov proizvajalca Raumedic in sicer Neurovent – P in Neurovent – PTO (ICP-temp-pO2). Za nastavljanje ZVD pa uporabljamo drenažni sistem proizvajalca Desu medical.

Katetre za merjenje ICP in ZVD lahko nastavljamo v operacijski dvorani, v enoti intenzivne terapije ali urgentnem centru. Zagovarjamo nastavljanje katetrov v operacijski dvorani, saj so pogoji za varnost pacientov in pogoji dela boljši v operacijski dvorani, ki je zasnovana tako, da predstavlja minimalna tveganja za nastanek operativnih okužb, prav tako imamo na voljo več inštrumentarija, s katerim lahko obvladujemo krvavitve. Vsak operativni poseg, ki se izvede izven operacijske dvorane predstavlja večje tveganje, da bo pri pacientu prišlo do komplikacij bodisi krvavitve ali okužbe. Seveda je na prvem mestu trenutno zdravstveno stanje pacienta, ki je glavno vodilo pri odločanju celotnega tima glede same izvedbe vstavitve katetra za merjenje ICP in ZVD.

Literatura

- 1) Požarnik T. Perioperativna zdravstvena nega. 2019:151-208.
- 2) Raumedic. Navodila za uporabo za nevrokirurške precizijske tlačne katetre i in brez funkcije dodatnega merjenja temperature in kisika. 2023: 4-13.
- 3) Raumedic. Bolt kit/drill kit: 64-65.
- 4) Spiegelberg. Technology for brains. Gebrauchsanweisung. 5-7.

Zdravstvena nega in ICP in ZVD v enoti intenzivne terapije (Fatime Osmani, Blanka Sajavec)

Nursing Care of Patients With ICP and EVD in Intensive Care Unit

Fatime Osmani, Blanka Sajavec

Oddelek za anestezijo, perioperativno intenzivno terapijo ter terapijo bolečine

Univerzitetni klinični center Maribor

Ljubljanska ulica 5

2000 Maribor

Izvleček

Merjenje intrakranialnega pritiska je ključna veščina v zdravstveni negi, zlasti pri oskrbi pacientov s poškodbami glave, možganskimi tumorji ali nevrološkimi obolenji. Medicinske sestre imajo ključno vlogo pri spremljanju ICP, da bi odkrile zgodnje znake povišanega tlaka, ki bi lahko povzročil poškodbe možganov. Pri tem uporabljajo specializirano opremo, kot so zunanji ventrikularni dreni ali fiberoptični katetri, da dobijo natančne rezultate. Medicinske sestre morajo biti pozorne na spremembe pacientove nevrološkega stanja, saj že majhna nihanja v ICP kažejo na poslabšanje stanja. Bisvtenega pomena je aseptična tehnika izvajanja meritev. Nenehno izobraževanje in usposabljanje sta za medicinske sestre bistvenega pomena, da so na tekočem z najnovejšimi praksami pri nadzoru ICP.

Ključne besede

Intrakranialni pritisk, zunanja ventrikularna drenaža, poškodba glave, intenzivna terapija, zdravstvena nega, medicinska sestra

Uporabljene kratice in simboli

ICP - ang, Intracranial pressure – Intrakranialni pritisk

ZVD - Zunanja ventrikularna drenaža

LD - Lumbalna drenaža

ZLT - Znotrajlobanjski tlak

CST - Cerebrospinalna tekočina

CPP – ang. Cerebral perfusion pressure - Možganski prekrvavitveni pritisk

DIPL.M.S / DIPL.ZN. - Diplomirana medicinska sestra / Diplomirani zdravstvenik

EIMOS - Enota za intenzivno medicino operativnih strok

Abstract

Measuring intracranial pressure is a key skill in nursing, especially when caring for patients with head injuries, brain tumours or neurological diseases. Nurses play a key role in monitoring ICP to detect early signs of elevated pressure that could lead to brain damage. They use specialised equipment such as external ventricular drains or fiberoptic catheters to obtain accurate results. Nurses need to be alert to changes in the patient's neurological status, as even small fluctuations in ICP indicate a deteriorating condition.

Aseptic technique of performing measurements is of paramount importance. Continuous education and training are essential for nurses to keep up to date with the latest practices in ICP monitoring.

Key Words

Intracranial pressure, external ventricular catheter, Traumatic brain injury, intensive care unit, nursing care, nurse

Uvod

Medicinske sestre se v enoti intenzivne terapije srečujejo z različnimi pacienti in posledično tudi z različnimi potrebami po zdravstveni negi. Pri pacientu s hudo poškodbo glave je potreben kontinuiran nadzor, hitro ukrepanje in konstantno prilagajanje zdravstvene oskrbe glede na nastalo situacijo. MS imajo kljub strokovnosti in izkušenosti potrebo po dodatnem izobraževanju in pridobivanju znanja na podlagi najnovejših strokovnih smernic.

Spremljanje znotrajlobanjskega pritiska kot nov postopek sta leta 1951 predstavila Guillaume in Janny (Guillaume & Janny, 1951). Za popularizacijo postopka pa so zaslužni Lundberg in njegovi sodelavci, ki so leta 1960 sistematizirali in vzpostavili protokol za njegovo uporabo (The Brain Trauma Foundation, 2000). V naslednjih treh desetletjih je bilo spremljanje znotrajlobanjskega pritiska bolj raziskovalno orodje, dokler njegova uporaba v enotah intenzivne nege ni postala ustaljena praksa po priporočilih za njegovo uporabo v smernicah Fundacije za možgansko travmo, ki so bile prvič objavljene leta 1995 in nato spremenjene leta 2016 (Carney, Totten, & O'Reilly, 2017).

Senzor za merjenje intrakranialnega pritiska se vstavlja pacientom s hudo poškodbo glave ali spontano krvavitvijo v možgane, ki imata običajno za posledico oteklino možganov. Občasno ga vstavijo tudi

pacientom po operaciji velikega tumorja na možganih. S pomočjo ICP senzorja merimo intrakranialni pritisk, ki delno odraža izraženost otekline možganov in njihovo prekrvavljenost. S posebnimi ICP senzorji lahko merimo tudi delni tlak kisika v možganskem tkivu in določene presnovke (mikrodializa). ICP senzor odstranimo takoj, ko ga pacient več ne potrebuje (Slovensko združenje za anestezijo in intenzivno medicino, 2022).

V sklopu tega predavanja, Vam bomo predstavili vlogo medicinske sestre pri oskrbi in zdravstveni negi pacienta, ki ima vstavljeno elektrodo za merjenje intrakranialnega pritiska - ICP in zunanjo ventrikularno drenažo - ZVD v enoti intenzivne terapije.

Zdravstvena nega ICP senzorja in ZVD v enoti intenzivne terapije

ICP v enoti intenzivne terapije

V enoti intenzivne terapije pri pacientih s hudo poškodbo glave ali spontano krvavitvijo v možgane, izvajamo nadzor nad dogajanjem v možganih z merjenjem ICP in vstavljeno ZVD, ustrezni monitoring in dokumentiranjem le-teh. Monitor pretvori tlak v prikaz valovne oblike in ustrezno številčno vrednost, ki predstavlja tlak v notranjosti lobanje (Martinez-Palacios, Vásquez-García, & Fariyike, 2024). Normalne vrednosti intrakranialnega pritiska (ICP) pri odraslih v ležečem položaju so med 7 in 15 mmHg. Vrednosti nad 20 mmHg se štejejo za povišane in lahko zahtevajo medicinsko intervencijo (Munakomi & Das, 2024).

Priprava prostora

- Prostor kjer se izvaja nastavitev ICP senzorja, naj bo primerno klimatiziran (22°C - 28°C);
- zagotovimo zasebnost pacienta (španska stena, pregrada);

- v prostoru naj v tem času ne potekajo druge aktivnosti, ki niso primerne ob izvedbi aseptičnih posegov (umivanje, postiljanje, hranjenje ali anogenitalna nega pacienta, delo čistilke).

Priprava pacienta

- Preverimo identiteto pacienta, pacienta namestimo v ustrezen položaj (po naročilu nevrokirurga);
- pacienta seznanimo o postopku, pomembnostjo in potrebo za nastavitve in oskrbo ICP senzorja;
- odstranimo moteče dejavnike iz prostora in posteljne enote;
- zaščitimo pacienta in posteljno enoto,
- predvideno mesto nastavitve obrijemo z brivnikom;
- po naročilu zdravnika prilagodimo medikamentozno terapijo (analgezija, sedacija in relaksacija).

Sodelovanje dipl.ms / dipl. zn pri nastavitvi ICP senzorja

ICP senzor v enoti intenzivne terapije nastavi nevrokirurg z asistentom - OP inštrumentarjem (dipl.m.s. / dipl.zn.). Odstranitev ICP senzorja izvaja nevrokirurg.

- Po naročilu zdravnika pripravimo terapijo za pacienta (analgezija, sedacija, mišična relaksacija);
- pripravimo monitor z funkcijo merjenja ICP/ CPP;
- razkužimo roke;
- nadenemo si zaščitna sredstva (maska, kapa, rokavice, plašč);
- namestimo zaščitno podlogo za posteljo pod glavo;

- pripravimo razkužilna sredstva za čiščenje operativnega polja po naročilu nevrokirurga (70% alkohol);
- pripravimo koš za odpadke in koš za ostre predmete;
- po naročilu nevrokirurga vse potrebne instrumente poda asistent - OP inštrumentar;
- med celotnim postopkom obveščamo zdravnika o vitalnih funkcijah in stanju pacienta;
- po nastavljenem ICP senzorju priklopimo in kalibriramo po navodilih trenutnega proizvajalca monitorja;
- zamenjamo si rokavice (razkužimo si roke);
- oskrbimo vbodno mesto;
- odstranimo rokavice in si razkužimo roke.

Oskrba ICP senzorja

Oskrbo ICP senzorja v enoti intenzivne terapije izvaja dipl.m.s. / dipl.zn.

Priprava materiala

- Čista površina;
- zaščitna podloga;
- sterilne rokavice;
- mali set za prevez rane (pean za enkratno uporabo, sterilni tamponi, zloženci);
- 70% alkohol;
- sterilni preklani zloženci;

- sterilna obliža primerne velikosti;
- obvezilna kapa.

Postopek oskrbe

Razkužimo roke in si nadenemo zaščitno opremo (masko, rokavice, plašč). Namestimo zaščitno podlogo za posteljo pod glavo pacienta. Obliž po potrebi zmočimo s pršilom za lažje odstranitev obliža in ga odstranimo počasi v smeri rasti las. Če je imel pacient tkani obliž, po odstranitvi pozorno pregledamo in ocenimo vbodno mesto. Po odstranitvi obliža si zamenjamo rokavice. Vbodno mesto in okolico krožno od znotraj navzven očistimo in razkužimo s tamponi in predpisanim razkužilom ter počakamo, da se razkužilo posuši. Po aseptični tehniki pokrijemo vbodno mesto z sterilnim suhim zložencem in novim obližem. Odstranimo zaščito, odstranimo rokavice in razkužimo roke.

Oskrba pacienta

Zaščitno mesto nastavitve ICP senzorja z obvezilno kapo (če je to potrebno). Uredimo pacienta in ga namestimo v ustrezen položaj (dvig vzglavja za kot 30°-45°), razen v primeru kontraindikacij.

Oskrba materiala

Material za enkratno uporabo zavržemo in razkužimo roke. Očistimo in razkužimo delovno površino z alkoholnimi robčki. Razkužimo roke.

Dokumentiranje

Izvedeno aktivnost dokumentiramo na temperaturni list. Vrednotenje izvedbe dokumentiramo v dokumentacijo ZN. Vsako uro popisujemo vitalne funkcije, vrednosti ICP/CPP, beležimo reakcijo zenic. O vsaki spremembi ali poslabšanju zdravstvenega stanja pacienta obvestimo zdravnika.

Posebnosti

- ICP senzor vsebuje optična vlakna, zato ga ne smemo prepogibati.
- Ob oskrbi vbodnega mesta je potrebno paziti, da se nenamerno ne odstrani ICP senzor.
- Vsaj enkrat v izmeni in ob vsakem prestavljanju pacienta, se ICP monitor nastavi na ničlo.

V EIMOS-u se pogosto srečujemo z dejavniki, ki pri izvajanju zdravstvene nege pri pacientih s hudo poškodbo glave povišajo ICP in sicer: ustna nega in aspiracija dihalnih poti, spuščanje vzglavja v vodoravni položaj, umivanje in obračanje pacienta, transport pacienta na diagnostične preiskave ali operacije. Zato je pomembno, da pred vsako intervencijo pacienta dodatno sediramo, analgeziramo in po potrebi relaksiramo.

Zunanja ventrikularna drenaža v enoti intenzivne terapije

Zdravstvena nega pacientov z zunanjim ventrikularnim drenažnim sistemom je ključna za uravnavanje znotraj lobanjskega pritiska in preprečevanje zapletov. MS so odgovorne za natančno spremljanje sistema ZVD, da zagotovijo njegovo pravilno delovanje, vzdržujejo ustrezno raven drenaže in preprečujejo zamažitve. Pri ravnanju z ZVD je pomembna aseptična tehnika, da se zmanjša tveganje za okužbo, kot je npr. ventrikulitis (Jamjoom, Joannides, & Tin-Chung, 2018). MS morajo redno ocenjevati pacientovo nevrološko stanje in opazovati morebitne znake povečanega intrakranialnega tlaka, kot so spremembe zavesti in odziv zenice. Poleg tega je ključnega pomena položaj pacienta, saj lahko višina ZVD glede na pacientovo glavo bistveno vpliva na odvajanje vode (SD & K, 2023). ZVD se v enotah

intenzivne nege uporablja za odvajanje likvorja in s tem zmanjšuje znotraj lobanjski pritisk pri pacientih (npr. Pri hudi poškodbi možganov, znotraj lobanjski krvavitvi in po nevrokirurških posegih na možganih) (H, Elkambergy, & Bayrlee, 2022). ZVD omogoča začasno odvajanje prekomernega nastalega likvorja iz možganskih prekatov in spremljanje vrednosti ZLT. ZVD se odstrani takoj, ko je pacient več ne potrebuje (Šmigoc, Rink, Beović, & Bošnjak, 2012).

Piprava prostora

- Prostor kjer se izvaja nastavitev ZVD, naj bo primerno klimatiziran (22°C - 28°C);
- zagotovimo zasebnost pacienta (španska stena, pregrada);
- v prostoru naj v tem času ne potekajo druge aktivnosti, ki niso primerne ob izvedbi aseptičnih posegov (umivanje, postiljanje, hranjenje ali anogenitalna nega pacienta, delo čistilke).

Priprava pacienta

- Preverimo identiteto pacienta;
- pacienta namestimo v ustrezen položaj (po naročilu nevrokirurga);
- pacienta seznanimo s cilji, pomembnostjo in potrebo za nastavitev in oskrbo ZVD;
- odstranimo moteče dejavnike iz prostora in posteljne enote;
- zaščitimo pacienta in posteljno enoto, predvideno mesto nastavitve ZVD obrijemo z brivnikom;
- po naročilu zdravnika prilagodimo medikamentozno terapijo (analgezija, sedacija in relaksacija).

Sodelovanje dipl.ms. / dipl. zn. pri nastavitvi ZVD v enoti intenzivne terapije

ZVD v enoti intenzivne terapije nastavi nevrokirurg z asistentom - OP inštrumentarjem (dipl.m.s. / dipl.zn.). Odstranitev ZVD izvaja nevrokirurg.

- Po naročilu zdravnika pripravimo terapijo za pacienta (analgezija, sedacija, mišična relaksacija);
- razkužimo roke;
- nadenemo si zaščitna sredstva (maska, kapa, rokavice, plašč);
- namestimo zaščitno podlogo za posteljo pod glavo;
- pripravimo razkužilna sredstva za čiščenje operativnega polja po naročilu nevrokirurga (70% alkohol);
- pripravimo koš za odpadke in koš za ostre predmete;
- po naročilu nevrokirurga vse potrebne instrumente poda asistent - OP inštrumentar;
- med celotnim postopkom obveščamo zdravnika o vitalnih funkcijah in stanju pacienta;
- sistem ZVD je sestavljen iz menzure, ploščice z merilno skalo, zbiralno vrečko, stiščka, petelinčkov in vrvice za obešanje;
- po nastavitvi ZVD, merilno menzuro obesimo na stojalo, kjer namestimo sistem za ZVD v nivoju Monrojevega foramna, tj. črta med vrhom ušesa in zunanjim kotom očesa;
- menzura se nastavi na odrejeno višino in šele nato se odpre stišček, da likvor izteka,

- zamenjamo rokavice (razkužimo si roke);
- oskrbimo vbodno mesto;
- odstranimo rokavice in si razkužimo roke.

Oskrba ZVD

Oskrbo ZVD v enoti intenzivne terapije izvaja dipl.ms. / dipl.zn. Preveza vbodnega mesta ZVD se izvaja aseptično po protokolu bolnišnice. Ob tem je potrebno preveriti vbodno mesto in prisotnost lokalnih znakov okužbe.

Priprava materiala za oskrbo ZVD

- Čista površina,
- zaščitna podloga,
- mali set za prevez rane (pean za enkratno uporabo, sterilni tamponi, zloženci),
- 70% alkohol,
- sterilni preklani zloženci,
- sterilna obliža primerne velikosti,
- obvezilna kapa.

Postopek oskrbe ZVD

Namestimo zaščitno podlogo za posteljo pod glavo pacienta. Razkužimo roke in si nadenemo zaščitno opremo (masko, rokavice, plašč). Obliž po potrebi zmočimo s pršilom in ga odstranimo počasi v smeri rasti las. Če je imel pacient tkani obliž, po odstranitvi pozorno

pregledamo in ocenimo vbodno mesto. Po odstranitvi obliža si zamenjamo rokavice (sterilne). Vbodno mesto in okolico krožno od znotraj navzven očistimo in razkužimo s tamponi in predpisanim razkužilom ter počakamo, da se razkužilo posuši. Po aseptični tehniki pokrijemo vbodno mesto z suhim zložencem in novim obližem. Po oskrbi ZVD pospravimo material, oskrbimo pacienta, odstranimo rokavice, razkužimo roke.

Oskrba pacienta

Zaščitimo mesto nastavitve ZVD z obvezilno kapo (če je to potrebno). Uredimo pacienta in ga namestimo v ustrezen položaj (dvig vzglavja za kot 30°-45°), razen v primeru kontraindikacij.

Oskrba materiala

Material za enkratno uporabo zavržemo in razkužimo roke. Očistimo in razkužimo delovno površino z alkoholnimi robčki. Razkužimo roke.

Dokumentiranje

Izvedeno aktivnost dokumentiramo na temperaturni list. Vrednotenje izvedbe dokumentiramo v dokumentacijo ZN. Vsako uro popisujemo vitalne funkcije, spremljamo in beležimo iztekanje likvorja, količino in barvo na vsaj 4 ure, vsako uro beležimo reakcijo zenic. O vsaki spremembi ali poslabšanju zdravstvenega stanja pacienta obvestimo zdravnika.

Odvzem vzorca cerebrospinalne tekočine (likvorja)

Odvzem vzorca CST (likvorja) se opravi samo takrat, ko je nujno potrebno oz. po naročilu zdravnika. Odvzem se opravi po aseptični tehniki, da se prepreči prenos mikroorganizmov v sistem ZVD. To se praviloma naredi preko proksimalnega petelinčka med katetrom in

menzuro. Vzorec mora biti svež. Očistimo petelinček z razkužilom (70% alkohol) 3 minute pred jemanjem vzorca. Za odvzem uporabimo aseptično metodo, sterilne rokavice, plašč, masko in sterilno brizgalko. Aspiracija tekočine mora biti počasna, največ 1ml/minuto. Vzorec čimprej pošljemo v laboratorij, z označenimi podatki pacienta in ustrezno napotnico. Odvzem dokumentiramo z datumom, uro in količino odvzetega vzorca (likvorja) ter pošiljanje v laboratorij. Po odvzemu pospravimo material, oskrbimo pacienta, razkužimo roke.

Posebnosti

Diplomirana medicinska sestra skrbi za varno rokovanje s sistemom ZVD. Višino sistema za ZVD odredi operater (nevrokirurg) ali sobni zdravnik. Pacienti z ZVD morajo imeti vzglavje dvignjeno za 30°, saj se s tem zmanjša tveganje za povišan ZLT (Inoue, 2010). Povečana količina likvorja lahko kaže na povišan ZLT, svetlo rdeča obarvanost likvorja lahko kaže na ponovitev krvavitve, motna barva likvorja pa lahko kaže na prisotnost okužbe. Preveriti je potrebno prehodnost katetra in iztekanje likvorja (Slazinski, Anderson A., & Cattell, 2012). Kateter ZVD se namreč lahko zamaši s krvnim strdkom ali z ostanki tkiva. V tem primeru se sistem na kratko nekoliko spusti, da se znova vzpostavi pretok. Če to ni uspešno, se kateter lahko prebrizga z majhno količino (manj kot 2 ml) sterilne fiziološke raztopine, kar naj bi aseptično naredil zdravnik (Muralidharan, 2015).

Zaključek

Če torej še enkrat povzamemo vse pomembne negovalne intervencije pri pacientu s hudo poškodbo glave moramo biti pozorni na naslednje podrobnosti:

Vzglavje pacienta dvignemo za 30°-45°; ne podlagamo ničesar pod kolena, pacienta v akutni fazi ne obračamo. Poskrbimo za pravilno

nameščeno ventrikularno drenažo in ničenje ICP monitorja. Pred vsako intervencijo pacienta dodatno sediramo, analgeziramo in po potrebi relaksiramo.

Aspiracijo dihalnih poti izvajamo po potrebi in nikakor rutinsko. Pacienta pred intervencijo še dodatno sediramo, analgeziramo in po potrebi tudi relaksiramo; predhodno pacienta tudi oksigeniramo s 100% kisikom. Poseg je kratek in nežen. Med posameznimi intervencijami moramo pacientu dati čas, da se ICP vrne na osnovno vrednost. Povišano telesno temperaturo moramo zniževati. Po zdravnikovem naročilu apliciramo antipiretik, pacienta ovijemo v mokre brisače, obložimo z ledenimi vrečkami, uporabljamo napravo za hlajenje telesa.

Pri zunanji ventrikularni drenaži uporabljamo vrečke za enkratno uporabo.

Strogo aseptično izvajamo preveze operativne rane na mestu vstavitve elektrode in drenaže.

Čeprav je pacient v nezavesti ali umetni komi, se ga nežno dotaknemo in mu pred vsako intervencijo na kratko povemo, kaj bomo počeli.

Literatura

- 1) Carney, N., Totten, A., & O'Reilly, C. (2017). Guidelines for the management of severe traumatic brain injury, Fourth Edition. Neurosurgery, 6-15.
- 2) Guillaume, J., & Janny, P. (1951). Continuous intracranial manometry; importance of the method and first results. Revue neurologique, 131-42. Retrieved Avgust 10, 2024

- 3) H, H., Elkambergy, H., & Bayrlee, A. (2022). Management of external ventricular drains and related complications: a narrative review. *Critical Care Neurology*, 24(1), 347-363.
- 4) Inoue, K. (2010). Caring for the Perioperative Patient with Increased Intracranial Pressure. *AORN Journal*, 91, 511-518. Pridobljeno iz <https://doi.org/10.1016/j.aorn.2009.12.025>
- 5) Jamjoom, A., Joannides, A., & Tin-Chung, M. (2018). Prospective, multicentre study of external ventricular drainage-related infections in the UK and Ireland. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 89(1), 120-126.
- 6) Martinez-Palacios, K., Vásquez-García, S., & Fariyike, O. (2024). Using optic nerve sheath diameter for intracranial pressure (ICP) monitoring in traumatic brain injury: A scoping review. *Neurocrit Care*, 40(3), 1193-1212.
- 7) Munakomi, S., & Das, J. (2024). Intracranial pressure monitoring. Retrieved August 12, 2024, from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK542298/>
- 8) Muralidharan, R. (2015). External ventricular drains: Management and complications. *Surgical neurology international*, 6(Suppl 6), 271–274. Pridobljeno iz <https://doi.org/10.4103/2152-7806.157620>
- 9) SD, S., & K, K. (2023). Evidence-Based nursing Care practices for external ventricular drain insertion and maintenance: A systematic review. *The nursing journal of India*, 2(1), 67-72.
- 10) Slazinski, T., Anderson A., T., & Cattell, E. (2012). Care of the patient undergoing intracranial pressure monitoring/ external ventricular drainage or lumbar drainage. Glenview: AANN Clinical Practice Guideline Series Editor.

11) Slovensko združenje za anestezijo in intenzivno medicino. (2022). Opisi invazivnih posegov. Retrieved Avgust 12, 2024, from <https://www.szaim.org/opisi-invazivnih-posegov/#toggle-id-21>

12) Strojnik, T. (2006). Poškodbe glave in možganov = Traumatic head injury. *Medicinski mesečnik*, 2(12), 373-383.

13) Šmigoc, T., Rink, N., Beović, B., & Bošnjak, R. (2012). Dejavniki tveganja za okužbo pri bolnikih z zunanjo ventrikularno drenažo = Risk factors for infections related to external ventricular drainage. *Zdravniški vestnik*, 81(1), 16-24.

14) The Brain Trauma Foundation. (2000). The American Association of Neurological Surgeons. The Joint Section on Neurotrauma and Critical Care. Indications for intracranial pressure monitoring. *Neurotrauma*, 479-491.

Zdravstvena nega ZVD in lumbalne drenaže na oddelku (T. Vajdič, E. Kasumović, A. Soršak)

Caring for Neurosurgical Ward Patients with External Ventricular Drain and Lumbar Drainage

Tatjana Vajdič, Emina Kasumović, Alja Soršak

Oddelek za nevrokirurgijo

Univerzitetni klinični center Maribor

Ljubljanska ulica 5

2000 Maribor

Povzetek

Uvod: Poškodbe glave z okvaro možganov so eden vodilnih vzrokov za visoko stopnjo umrljivosti in invalidnosti, kar predstavlja veliko preizkušnjo za poškodovanca, njegovo družino in zdravstvene delavce. Sprejem takšnih pacientov poteka urgentno, kjer o nadaljnjih postopkih odločata zdravnik urgentne medicine in nevrokirurg. Na podlagi slikovne diagnostike (MR ali CT) se nevrokirurg odloči za vstavljanje zunanje ventrikularne drenaže (ZVD) ali lumbalne drenaže (LD). Po posegu pacienta sprejmemo na oddelek ali v enoto intenzivne terapije, kjer je potrebno stalno spremljanje njegovega stanja. To vključuje ocenjevanje zavesti z Glasgow Koma Lestvico (GKS), merjenje vitalnih funkcij, gibljivosti okončin ter redne preiskave. Pacienta ob sprejemu ustrezno namestimo in pripravimo za nadaljnjo oskrbo, vključno z izpolnitvijo potrebne dokumentacije.

Osrednji del: Vsakega pacienta obravnavamo po 14 osnovnih življenjskih aktivnostih po Virginiji Henderson, pri čemer mu medicinska sestra nudi pomoč, zlasti pri rokovanju z ZVD ali LD. Pacient z ZVD zahteva natančen nadzor vitalnih funkcij in nevrološkega statusa, medicinske sestre pa morajo obvladati pravilno ravnanje z ZVD sistemom, vključno z nastavitvijo menzure, spremljanjem likvorja in preprečevanjem zapletov, kot so okužbe ali zamašitve katetra. Vstavev lumbalne drenaže (LD) je pogost nevrokirurški poseg, pri katerem se v ledveni hrbtenični kanal začasno vstavi kateter za nadzorovano iztekanje cerebrospinalne tekočine. Postopek se uporablja tako v diagnostične kot terapevtske namene. Ključno pri vstavljeni ZVD in LD je opazovanje količine, barve in bistrosti likvorja ter v primeru morebitnih zapletov takoj ukrepati.

Zaključek: Zdravstvena nega pacientov z vstavljeno zunanjo ventrikularno in lumbalno drenažo zahteva strokovnost, natančnost ter sodelovanje celotnega tima, pri čemer imajo medicinske sestre ključno vlogo pri spremljanju in preprečevanju zapletov. Holističen pristop, ki upošteva pacientove individualne fizične, čustvene in kulturne potrebe, pomembno prispeva k izboljšanju pacientovega počutja in uspešnosti oskrbe. Stalno strokovno izpopolnjevanje medicinskih sester omogoča varno rokovanje z drenažnimi sistemi, hitro prepoznavanje zapletov in zagotavljanje kakovostne nege.

Ključne besede zdravstvena nega, zunanja ventrikularna drenaža, lumbalna drenaža

Abstract

Traumatic brain injuries (TBI) are one of the leading causes of high mortality and disability, representing a great challenge for patients, their families and health professionals. Patients with TBI are first

taken to the A&E department, where an emergency medicine physician and a neurosurgeon decide upon further diagnostic procedures and treatment options. Based on imaging (MR or CT of the brain), the neurosurgeon decides to either insert an external ventricular drainage (EVD) or a lumbar drainage (LD). After the procedure, the patient is admitted either to a regular ward or to the intensive care unit (ICU), depending on their condition, where constant monitoring, including assessment of consciousness with the Glasgow Coma Scale (GCS), measurement of vital signs as well as limb mobility, is necessary. Upon admission to the department or ICU, the patient is properly placed and prepared for further care, including filling out the required healthcare documentation.

Each patient is treated according to Virginia Henderson's 14 Basic Life Activities, with the nurse assisting, especially in managing EVD or LD. A patient with EVD requires close monitoring of vital signs and neurological status, and nurses need to master the proper handling of the EVD system, including setting the drip chamber (burette), monitoring CSF flow, and preventing complications, such as infections or catheter blockage.

Lumbar drainage (LD) insertion is a common neurosurgical procedure in which a catheter is temporarily inserted into the lumbar spinal canal for controlled drainage of CSF. The method is used for both diagnostic and therapeutic purposes. The key with inserted EVD and LD is to observe the amount, colour and clarity of the CSF and to take immediate action in case of possible complications.

Conclusion: Nursing care of patients with inserted EVD or LD requires expertise, precision, and cooperation from the entire team, with nurses playing a key role in monitoring and preventing complications. A holistic approach that takes into account the patient's individual physical, emotional and cultural needs significantly contributes to

improving the patient's well-being and the effectiveness of care. Continuous professional development of nurses enables safe handling of drainage systems, quick recognition of complications and provision of quality care.

Key Words

nursing, external ventricular drainage (EVD), lumbar drainage (LD)

Uvod

Poškodbe glave s spremljajočo okvaro možganov so v današnjem času med najpogostejšimi vzroki visoke umrljivosti in invalidnosti. Le ta je za poškodovanca, njegovo družino in zdravstvene delavce, ki pacienta obravnavajo huda preizkušnja in zahtevna naloga. Sprejem takšnega pacienta poteka urgentno v UKC Maribor (Urgentni Center) za katerega se odločita zdravnik urgentne medicine ter nevrokirurg. Za vstavev zunanje ventrikularne drenaže (ZVD) ali lumbalne drenaže (LD) se nevrokirurg odloči na podlagi slikovne diagnostike glave (MR ali CT), katero opravi pacient ob prihodu v Urgentni Center. V primeru vstavljanja ZVD pacienta odpeljemo v operacijsko dvorano, nato pa ga sprejmemo na oddelek ali pa v enoto perioperativne intenzivne terapije. V kolikor se nevrokirurg odloči za vstavev lumbalne drenaže, le ta lahko poteka tudi na oddelku. Pacienta po poškodbi glave ob sprejemu na oddelek namestimo v sobo za intenzivno nego, kjer mu pripravimo posteljno enoto, katera mora zajemati monitor, stenski kisik, ograjice za preprečevanje padcev ter po potrebi aspirator. Kadar sprejmemo pacienta na oddelek nas zanima splošno zdravstveno stanje pacienta in njegovo stanje zavesti, katero ocenjujemo na eno uro oziroma po naročilu nevrokirurga z Glasgow Koma Lestvico (GKS).

UKO **UNIVERZITETNI**
MANEJOV **KLINIČNI CENTAR**
MARIBOR
 Ljubljana cca 5. tisoč letov, Slovenija
 tel. +386 (0) 1 251 90 00, e-pošta: uk@ukc.si
 Klinika za kirurgijo

NAJLEPIJA PACIENTICA
 OBLIKA, LOKACIJA _____
 IMA V POKRAJ _____
 ŽIVIMO V KRAJU _____
 OBLIKOVANJE LOKALNE ST. 2020 _____

GLASGOVSKA OPAZOVALNA TABELA

KOMA SKALA		GLASGOVSKA OPAZOVALNA TABELA		Datum		
napetost napetosti od 0 do 100 mmHg	4	inotano				
	3	na napetost na bolečino				00 zapre
	2	in odnosa				zaradi ostaline
	1	inotiran				= Z
	0	inotiran				
	2	napetost				Endotrachealna
	1	napetost				intubacija ali
	0	napetost				tracheostom
	6	stedi povlela				= T
	5	skutina bolečina				
napetost napetosti od 0 do 100 mmHg	4	inotano				
	3	inotano				
	2	inotano				
	1	inotano				
	0	inotano				
	6	stedi povlela				
	5	skutina bolečina				
	4	inotano				
	3	inotano				
	2	inotano				
napetost napetosti od 0 do 100 mmHg	4	inotano				
	3	inotano				
	2	inotano				
	1	inotano				
	0	inotano				
	6	stedi povlela				
	5	skutina bolečina				
	4	inotano				
	3	inotano				
	2	inotano				
napetost napetosti od 0 do 100 mmHg	4	inotano				
	3	inotano				
	2	inotano				
	1	inotano				
	0	inotano				
	6	stedi povlela				
	5	skutina bolečina				
	4	inotano				
	3	inotano				
	2	inotano				
napetost napetosti od 0 do 100 mmHg	4	inotano				
	3	inotano				
	2	inotano				
	1	inotano				
	0	inotano				
	6	stedi povlela				
	5	skutina bolečina				
	4	inotano				
	3	inotano				
	2	inotano				
napetost napetosti od 0 do 100 mmHg	4	inotano				
	3	inotano				
	2	inotano				
	1	inotano				
	0	inotano				
	6	stedi povlela				
	5	skutina bolečina				
	4	inotano				
	3	inotano				
	2	inotano				
napetost napetosti od 0 do 100 mmHg	4	inotano				
	3	inotano				
	2	inotano				
	1	inotano				
	0	inotano				
	6	stedi povlela				
	5	skutina bolečina				
	4	inotano				
	3	inotano				
	2	inotano				
napetost napetosti od 0 do 100 mmHg	4	inotano				
	3	inotano				
	2	inotano				
	1	inotano				
	0	inotano				
	6	stedi povlela				
	5	skutina bolečina				
	4	inotano				
	3	inotano				
	2					

Slika 1: Glasgow koma lestvica

Po GKS ocenjujemo naslednje:

1. Odpiranje oči (spontano, na nagovor, na bolečino, ni odziva)
2. Najboljši verbalni odziv (orientiran, zmeden, nepravilen, nerazumljiv, ni odziva)
3. Najboljši motorični odziv (sledi povelja, lokalizira bolečino, umika na bolečino, fleksija na bolečino, ekstenzija na bolečino, ni odziva)

4. Vitalne funkcije (krvni tlak, pulz, dihanje)
5. Zenice (velikost in reagiranje posamezne zenice)
6. Gibljivost okončin:
 - roke: normalna moč, zmerna oslabelost, huda oslabelost, spastična fleksija, ekstenzija, ni odgovora
 - noge: normalna moč, zmerna oslabelost, huda oslabelost, ekstenzija, ni odgovora.

Ob sprejemu pacientu izmerimo vitalne funkcije, posnamemo EKG, po naročilu zdravnika odvzamemo naročene krvne preiskave ter opravi rentgen pljuč. Pacientu svetujemo mirovanje in počitek. V kolikor je pacient ob sprejemu zmožen podati potrebne informacije za izpolnitev sprejemne dokumentacije, le to z njim izpolnimo (soglasja za hospitalizacijo in zdravljenje, operacijo in anestezijo), če pacient ni zmožen za podpis potem o le tem obvestimo in prosimo pacientove svojce.

Zdravstvena nega pacienta z zunanjo ventrikularno drenažo

Vsakega pacienta obravnavamo po 14 osnovnih življenjskih aktivnosti (OŽA) po Virginiji Henderson (dihanje, prehranjevanje in pitje, izločanje in odvajanje, gibanje in ustrezna lega, spanje in počitek, oblačenje in slačenje, vzdrževanje telesne temperature, osebna higiena in urejenost, izogibanje nevarnostim v okolju, sporazumevanje ter izražanje čustev, izražanje verskih čustev, koristno delo in rekreacija ter učenje). V kolikor pacient potrebuje pomoč pri OŽA mu jo medicinska sestra nudi. Pacient ki ima vstavljen ZVD ali pa LD le te ne pozna in ga je potrebno poučiti o njej in rokovanju z njo.

Medicinske sestre, katere delajo z pacienti, ki imajo vstavljen ZVD, morajo poleg ostalih vsebin zdravstvene nege imeti tudi poglobljena znanja s področja nadzora vitalnih funkcij in ocene nevrološkega statusa bolnika (Olson, et al., 2017). Pacienta je potrebno pred in po vstavitvi ZVD kontinuirano nadzorovati. Medicinska sestra pred in po posegu pacienta opazuje po GKS, priključi ga na monitor ter vsako uro oz. po naročilu zdravnika meri in beleži vrednosti pulza, krvnega tlaka, SpO₂, stopnjo zavesti, stanje okončin in reakcijo zenic. Ob morebitnem bruhanju, mrzlici ali potenju ter krčih mora o pacientovem stanju obvestiti zdravnika in po njegovih navodilih takoj ukrepati (Gobec, 2009).

Medicinska sestra mora upoštevati navodila za varno rokovanje z ZVD sistemom. Višino sistema oziroma količino iztekanja likvorja na uro odredi operater oziroma nevrokirurg. Običajno iztekanje likvorja po naročilu nevrokirurga je 10ml/h oziroma 240ml/24h. Menzura se nastavi na odrejeno višino in šele nato se odpre stišček, da likvor izteka. Likvor na tej višini izteka, če tlak v intraventrikularnem sistemu presega tistega, ki se ga določi z višino menzure. Iztekanje preneha, ko se tlak izenači (oziroma sta pacient in menzura na isti višini). Kadar bolnik spremeni položaj je potrebno menzuro ponovno nastaviti na predpisano višino (Muralidharan, 2015; Reinges, 2011). Pacient z ZVD mora imeti vzglavje postelje dvignjeno za 30 stopinj, saj se s tem zmanjša tveganje za povišan znotraj lobanjski tlak (ZLT) (Inoue, 2010). Ves čas je potrebno opazovati položaj pacienta, da se zagotovi pravilno višino menzure ZVD, še posebno v primeru, če je bolnik preveč aktiven. Preveriti je potrebno prehodnost katetra in iztekanje likvorja (Slazinski, et al., 2012). Kateter ZVD se namreč lahko zamaši s krvnim strdkom ali z ostanki tkiva. V tem primeru se sistem na kratko nekoliko spusti, da se znova vzpostavi pretok ali pa se celoten sistem zamenja, lahko pa ga tudi zdravnik prebrizga z majhno količino (manj kot 2 ml) sterilne fiziološke raztopine

(Muralidharan, 2015). Medicinska sestra mora opazovati količino, barvo in bistrost likvorja, v kolikor pride do odstopanja česar koli zgoraj navedenega o tem obvestimo zdravnika. Povečana količina likvorja lahko kaže na povišan ZLT, svetlo rdeča obarvanost likvorja lahko kaže na ponovitev krvavitve, motna barva likvorja pa lahko kaže na prisotnost okužbe (Muralidharan, 2015). Za preverjanje morebitne prisotnosti okužbe likvorja je potreben odvzem vzorca za laboratorij (proteini, celice in glukoza) ter za mikrobiologijo (patogene bakterije in glive). To se praviloma naredi preko proksimalnega stiščka, ki je najbližje glavi. Poseg se opravi s strogo aseptično tehniko, da se prepreči prenos mikroorganizmov v sistem ZVD.



Slika 2: Proksimalni stišček

Zdravstvena nega pacienta z lumbalno drenažo

Vstavitev lumbalne drenaže (LD) je pogost nevrokirurški poseg, pri katerem se v ledveni hrbtenični kanal začasno vstavi tanek spinalni kateter, ki je povezan z zaprtim sistemom za nadzorovano odvajanje cerebrospinalne tekočine. Lumbalna drenaža se vstavi podobno kot epiduralni kateter pri epiduralni anesteziji. Indikacije so bodisi diagnostične, na primer kot del preiskave za hidrocefalus pod normalnim tlakom, bodisi terapevtske, na primer za zdravljenje prehodnega hidrocefalusa po subarahnoidni krvavitvi ali posttravmatske (Bakshi, et al., 2020). Po različnih raziskavah so ugotovili, da naj bi ledvena drenaža (LD) predstavljala večje tveganje za okužbo kot ZVD. Vstavitev LD je varen postopek, ki se lahko izvede ob postelji, v fluoroskopskem bloku ali operacijski sobi po aseptični metodi dela. Najpogostejši neželeni učinek je lahko glavobol pri nizkem tlaku, najpogostejši zaplet pa meningitis (Bakshi, et al., 2020). Vstavitev LD se opravi glede na ugotovljeno indikacijo po kontrolnem slikanju glave (CT ali MR) tudi po naročilu nevrokirurga.



Slika 3: Lumbalna drenaža

Po vstavitvi LD se pacientu priporoča mirovanje ter opazujemo pacienta, njegove vitalne funkcije ter izgled rane če jo v tem trenutku

pacient ima. Postopek rokovanja medicinske sestre z LD poteka na isti način kot pri ZVD. Količino iztekanja likvorja v 24 urah določi nevrokirurg po vstavitvi LD. Ponavadi količina iztekanja likvorja na uro je 10 ml.



Slika 4: Pacient z likvorsko drenažo

Aktivacija pacienta z LD poteka po naročilu nevrokirurga z zaprtim drenažnim sistemom. Medicinska sestra mora tudi pri ledvenih drenažah opazovati količino, barvo in bistrost likvorja, v kolikor pride do odstopanja česar koli zgoraj navedenega o tem takoj obvestimo zdravnika. Izobražena medicinska sestra v intenzivni negi ter na oddelku je najpomembnejši partner, ki ga lahko ima bolnik z LD za preprečevanje zapletov in zagotavljanje najboljših izidov za bolnika. Medicinske sestre, ki skrbijo za paciente z LD morajo imeti na voljo

jasno politiko in postopek, specifičen za ustanovo, ki usmerja zdravstveno nego teh pacientov (Thompson, 2000).

Postopek preveza rane zunanje ventrikularne in lumbalne drenaže

Preveza vbodnega mesta ZVD in LD se izvaja z aseptično tehniko. Ob tem je potrebno preveriti vbodno mesto, položaj katetra in prisotnost lokalnih znakov okužbe.

Za prevez rane si pripravimo: nepremočljivo podlogo, rokavice, zaščitno masko, razkužilo za roke, sterilni set s peanom, 70% etanol, obliže.



Slika 3: Pripomočki za prevez vbodnega mesta ZVD

Postopek preveza rane: preverimo identiteto pacienta , do njega pristopimo in se predstavimo, seznanimo ga s postopkom in pridobimo soglasje. Pripravimo potreben material. Razkužimo roke, pod pacientovo glavo namestimo nepremočljivo podlogo. Ponovno razkužimo roke in si nadenemo rokavice ter odstranimo prvoten obliž. Odstranimo rokavice, razkužimo roke ter si pripravimo set, kateri mora ostati sterilen. Le tega polijemo z 70% etanolom, odpremo si tudi obliže. Razkužimo si roke, namestimo rokavice ter pričnemo s čiščenjem rane. Rano čistimo od znotraj navzven, z enkratnimi potegi gobice, dokler vbodno mesto ni očiščeno. Rokavice odstranimo, si razkužimo roke in z čistimi rokavicami namestimo obliže tako, da v celoti pokrijemo vbodno mesto. Odstranimo rokavice, razkužimo roke ter pacientu namestimo kirurško kapo za dodatno fiksacijo katetra ZVD. Razkužimo si roke ter pospravimo ves material in uredimo pacienta.

Zaključek

Zdravstvena nega pacienta z vstavljenjo zunanjo ventrikularno drenažo in lumbalno drenažo zahteva visoko stopnjo strokovnosti, natančnosti in sodelovanja celotnega zdravstvenega tima. Medicinske sestre imajo ključno nalogo tako pri spremljanju pacientov z vstavljenjo ZVD in LD, kot tudi pri preprečevanju zapletov ter zagotavljanju varnosti pacientov. Pravilno ravnanje z drenažnimi sistemi, natančno beleženje količine in lastnosti cerebrospinalne tekočine ter pravočasno obveščanje zdravnika ob odstopanjih so ključni dejavniki za uspešno oskrbo. Naloga medicinske sestre zajema tudi poučevanje pacientov in njihovih svojcev o rokovanju z drenažnim sistemom. Holističen pristop medicinske sestre ima pozitiven vpliv na pacientovo fizično in psihološko počutje. Ključnega pomena je, da medicinska sestra vsakega posameznika obravnava kot individuuma, tako da prisluhne pacientovim potrebam, željam in skrbem, prilagodi načrt zdravstvene nege pacientovim specifičnim

fizičnim, čustvenim in duševnim potrebam, pacientu nudi podporo in oporo, ob vsem tem pa upošteva pacientove kulturne, verske in etične vrednote ter jih vključi v zdravstveno oskrbo. Strokovno izpopolnjevanje medicinskih sester je ključno za obnovo in nadgradnjo znanja o zunanji ventrikularni in lumbalni drenaži, saj omogoča varno in kakovostno oskrbo pacientov. S stalnim izobraževanjem medicinske sestre ohranjajo veščine pri rokovanju z drenažnimi sistemi, prepoznavanju zapletov ter hitremu in pravilnemu odzivanju na spremembe pacientovega stanja. Prav tako s tem sledijo novostim in izboljšavam v klinični praksi, kar prispeva k boljšim izidom zdravljenja ter večji varnosti pacientov.

Literatura

- 1) Bakshi, S. et al., 2020. Lumbar Drain for Temporary Cerebrospinal Fluid Diversion: Factors Related to the Risks of Complications at a University Hospital. *World Neurosurgery*, 143, pp. 193-198.
- 2) Gobec, D., 2009. Zdravstvena nega bolnika z vstavljenjo ZLT elektrodo in zunanjo ventrikularno drenažo. Diplomsko delo. Maribor: Fakulteta za zdravstvene vede.
- 3) Inoue, K., 2010. Caring for the perioperative patient with increased intracranial pressure. *AORN Journal*, 91(4), pp. 511-518.
- 4) Mounier, R. et al., 2015. From the skin to the brain: pathophysiology of colonization and infection of external ventricular drain, a prospective observational study. *Plos one*, 10(10), pp. 1-15.
- 5) Muralidharan, R., 2015. External ventricular drains: Management and complications. *Surgical Neurology International*, 6(6), pp. 271-274.

- 6) Olson, . D. M. et al., 2017. A novel approach to explore how nursing care affects intracranial pressure. *Am J Crit Care*, 26(2), pp. 136-139.
- 7) Reinges, M. H., 2011. *External Ventricular Drain Insertion*. Springer, London.
- 8) Slazinski, T.et al., 2012. Care of the patient undergoing intracranial pressure monitoring/ external ventricular drainage or lumbar drainage. Glenview: Codman and Shurtleff, a Johnson & Johnson Company.
- 9) Thompson, H., 2000. Managing patients with lumbar drainage devices. *Crit Care Nurse*, 5, pp. 59-68.

