

Ministerul Sănătății al Republicii Moldova
UNIVERSITATEA DE STAT DE MEDICINĂ ȘI FARMACIE
”NICOLAE TESTEMITANU”

Facultatea de Rezidențiat
Departamentul Educație Medicală Continuă
Catedra Neurochirurgie

POZIȚIONAREA OPERATORIE
A PACIENTULUI CU TUMOARE CEREBRALĂ

RECOMANDĂRI METODICE
PENTRU MEDICI-REZIDENȚI ȘI SPECIALIȘTI

Chișinău, 2022

Aprobat la ședința catedrei Neurochirurgie
(N. 16 din 23 iunie, 2021)

Aprobat la ședința Comisiei Metodice Neuroștiințe
(N. 2 din 13 iulie, 2021)

Aprobat la ședința Consiliului Managementului Calității
(N. 1 din 28 septembrie, 2021)

POZIȚIONAREA OPERATORIE A PACIENTULUI CU TUMOARE CEREBRALĂ

Autor: Vasile GALEARSCHI, d.ș.m., conferențiar universitar

Recenzenți: Victor ANDRONACHI, d.ș.m., conferențiar universitar
Oxana GHECEV, d.ș.m. șef secție neuroreanimare

Descrierea CIP a Camerei Naționale a Cărții

Galearschi, Vasile.

Poziționarea operatorie a pacientului cu tumoare cerebrală: Recomandări metodice pentru medici – rezidenți și specialiști / Vasile Galearschi ; Ministerul Sănătății al Republicii Moldova, Universitatea de Stat de Medicină și Farmacie "Nicolae Testemițanu", Facultatea de Rezidențiat, Departamentul Educație Medicală Continuă, Catedra Neurochirurgie. – Chișinău: S.n., 2022 (Bons Offices). – 28 p.: fig.

Aut. indicat pe vs. f. de tit. – Referințe bibliogr.: p. 26-28 (42 tit.). – 10 ex.

ISBN 978-9975-87-994-1.

G15

Cuprins

Întroducere	4
Tipul și durata lucrării	4
Scopul	5
Obiectivele	5
Metode și materiale necesare pentru realizare	6
Plan	6
Deprinderi practice însușite la finele lucrării	6
Subiectele pentru pregătirea individuală	6
Surse de literatură pentru pregătirea independent	7
Noțiuni teoretice	7
Tumorile intracraniene	8
Tumorile intracerebrale	8
Tumorile extracerebrale	10
Tumorile de bază craniană	10
Patologia concomitentă	11
Reguli pentru toate tipurile de poziționare	12
Poziția dorsală	13
Abordul trans-sfenoidal	14
Abordul frontal	15
Abordul orbito-zigomatic și pterional	15
Abordul temporal	17
Poziția laterală	17
Abordul retrosigmoid	18
Abordul lateral	19
Abordul parieto-occipital	20
Poziția ventrală și pe șezute	21
Abordul suboccipital	21
Craniotomia "awake"	24
Concluzii	25
Referințe	26

Întroducere

Lucrarea dată este consacrată particularităților de poziționare a pacientului pentru operația de rezecție a tumorii cerebrale luând în considerație cele mai frecvent utilizate aborduri chirurgicale și tipuri de neoplazii. Cu toate că localizarea tumorii are rol important în alegerea unui anumit tip de poziționare, în timpul planificării abordului chirurgical se vor lua în considerație particularitățile histopatologice, probabilitatea edemului cerebral, vascularizarea tumorii, drenajul venos și utilizarea metodelor de reperaj intraoperator.

Tumorile cerebrale pot fi clasificate în diverse moduri. Acestea pot fi intra- sau extraaxiale. Cele intraaxiale pot fi primare sau metastatice. Tumorile extraaxiale cresc din învelișurile creierului sau baza craniană.

În pofida complexității poziționărilor în neurochirurgie, în perioada preoperatorie se vor lua în considerație principiile de bază ale siguranței pacientului. Poziționarea ideală a pacientului este esențială pentru efectuarea cu succes a operației.

Din păcate, deseori poziționării pacientului i se oferă puțină atenție, ea e lăsată pe seama chirurgului asistent sau anesteziologului fără a se ține cont de comorbidități, presupusa histologie și alte particularități. Urmează expunerea ”șiretlicurilor” în diferite tipuri de poziționări, erorilor și măsurilor de prevenire a acestora.

Tipul și durata lucrării

lucrare practică și seminar, total - 30 ore academice (6 teme a câte 5 ore academice în corespundere cu programele aprobate de rezidențiat si educație medicală continuă)

Scopul

Studiul bazelor teoretice și a deprinderilor practice de poziționare corectă a pacientului neurochirurgical în timpul intervenției operatorii de rezecție a tumorii cerebrale dependent de cele mai frecvent utilizate aborduri chirurgicale și tipuri de neoplazii

Obiectivele

1. Cunoașterea clasificărilor tumorilor cerebrale
2. Familiarizarea cu tipurile de aborduri chirurgicale cerebrale
3. Studiarea scopurilor poziționării corecte a pacientului
4. Identificarea modalităților de poziționare a capului
5. Familiarizarea cu avantajele și neajunsurile fiecărui tip de poziționare
6. Cunoașterea particularităților histologice ale tumorilor cerebrale
7. Cunoașterea principiilor de siguranță a pacientului în timpul operației
8. Elucidarea erorilor frecvente în poziționare
9. Cunoașterea măsurilor de prevenire a complicațiilor legate de poziționare
10. Identificarea tipurilor de complicații legate de poziționare
11. Diferențierea complicațiilor intra- și postoperatorii legate de poziționare
12. Înțelegerea principiilor de aplicare a fixatorului cranian
13. Înțelegerea principiilor de selectare a abordului chirurgical
14. Studiarea impactului patologiei concomitente în selectarea tipului de poziționare
15. Determinarea regulilor generale de poziționare în neurochirurgie
16. Determinarea regulilor specifice pentru fiecare tip de poziționare
17. Înțelegerea algoritmului manifestări clinice / date imagistice / poziționarea pacientului / selectarea abordului

Metode și materiale necesare pentru realizare

1. Furtuna de idei
2. Studii de caz clinic
3. Lucru individual
4. Lucru în echipe mici
5. Vizualizare cazuri video

Plan

1. Introducere
2. Verificarea inițială a cunoștințelor
3. Vizita pacienților
4. Analiza cazurilor clinice (inclusiv datele imagistice)
5. Vizualizarea materialului didactic (poze, video)
6. Selectarea abordului chirurgical
7. Selectarea poziționării pacientului pe masa de operație
6. Verificarea finală cunoștințelor

Deprinderi practice însușite la finele lucrării

1. Selectarea informației utile cu impact asupra poziționării și abordului chirurgical
2. Interpretarea datelor imagistice preoperatorii
3. Propunerea tipului de poziționare și abordului chirurgical
4. Participarea nemijlocită la poziționarea pacientului

Subiectele pentru pregătirea individuală

1. Clasificarea OMS a tumorilor cerebrale
2. Manifestările clinice ale tumorilor cerebrale dependent de localizare
3. Particularități histologice ale tumorilor cerebrale
4. Investigații imagistice în neurooncologie
5. Modalități de poziționare a capului

6. Reguli generale de poziționare în neurochirurgie
7. Tipuri de aborduri chirurgicale cerebrale
8. Siguranța pacientului în timpul operației
9. Complicații legate de poziționare

Surse de literatură pentru pregătirea independentă

1. Martin Lehecka. Helsinki Microneurosurgery Basics and Tricks. 2011
2. Lumenta, C.B. Neurosurgery (European Manual of Medicine) 2010
3. Richard G. Ellenbogen, Principles of Neurological Surgery, 4th ed. 2020
4. Mark S. Greenberg Handbook of neurosurgery 9th ed. 2020
5. Nithin Agawal, Neurosurgery Fundamentals, 2019

Noțiuni teoretice

La general vorbind, în neurochirurgie se utilizează cinci tipuri de poziționare: dorsală, ventrală, ventrală – oblică, laterală și pe șezute. Există variații pentru fiecare din aceste poziții. Fiecare are avantaje dar și precauții, cum ar fi modificările circulatorii sau respiratorii ce pot afecta schimbul de gaze, acesta cu impact direct asupra hemodinamicii cerebrale (1).

Poziționarea corectă a pacientului are două scopuri de bază. Primul este asigurarea siguranței pacientului pe durata intervenției chirurgicale prin aplicarea pernuțelor pe punctele proeminente pentru prevenirea decubităților și traumării nervilor periferici. Al doilea ține de alegerea unei poziții optime a capului pentru o traiectorie și expunere optimă a tumorii cerebrale (2). Există două modalități de poziționare a capului în neurochirurgie: fixată (de ex. scoaba Mayfield) și nefixată (de ex. pe suport – potcoavă). Pentru efectuarea cu succes a intervenției, de elecție este imobilizarea capului în fixatorul cranian Mayfield. Aceasta crește siguranța operației dar și este necesară în caz de utilizare a metodelor de reperaj intraoperator fără cadru. Durata unei manopere de rezecție tumorală depășește, de obicei, pragul de 3 ore, astfel imobilizarea capului pentru a preveni ulcerările epicraniene este benefică. Alegerea locului de introducere a cuielor este crucială

din cauza existenței locurilor slabe (ex. sinusul frontal, sinusul maxilar, scuama osului temporal) ce se pot fractura la aplicarea presiunii. Cuiele se vor aplica departe de ochi și urechi. La pacienții cu sisteme de derivare lichidiană se va lua în considerație poziția valvei și porțiunii extracraniene a șuntului. La copii se aplică cuie mai mici și presiune redusă. La alegerea unei poziționări ideale se va lua în considerație și traiectoria de accesare a țintei, de preferință se va reduce la minim grosimea traversată a parenchimului cerebral intact, se vor ocoli regiunile elocvente, va fi precăutată și acțiunea forței de gravitație pentru a reduce rețracția cerebrală și a ameliora refluxul venos, astfel micșorând hemoragia intraoperatorie și hipertensiunea intracraniană. Poziția incorectă a capului și corpului pacientului pe durata operației poate avea impact asupra perioadei postoperatorii. Poziționarea corectă este, deci, o măsură de profilaxie a complicațiilor postoperatorii prin reducerea incidenței ulcerărilor, decubităților, neuropatiilor periferice, rabdomiolizei, micșorând astfel durata de aflare a pacientului în staționar și perioada de reabilitare (3-6).

Tumorele intracraniene

Tumorele intracerebrale

Neoplaziile intra-axiale pot fi considerate parte a creierului; acestea apar din celulele parenchimului cerebral sau din celulele metastazate într-acesta. Cele mai frecvente tumori intra-axiale sunt gliomele (astrocitom, glioblastom), acestea cresc din celule non-neuronale și constituie circa 80% din toate neoplaziile cerebrale primare la adulți (7,8) (fig. 1 A). Tratamentul standard pentru gliomele cerebrale este rezecția chirurgicală după care, dependent de rezultatul histologic urmează radio- și/sau chimioterapie (9,10). Ablatia metastazelor cerebrale solitare, în special a celor de dimensiuni mari, se asociază cu o supraviețuire mai îndelungată a pacienților cu cancer (11, 12) (fig. 1 B).

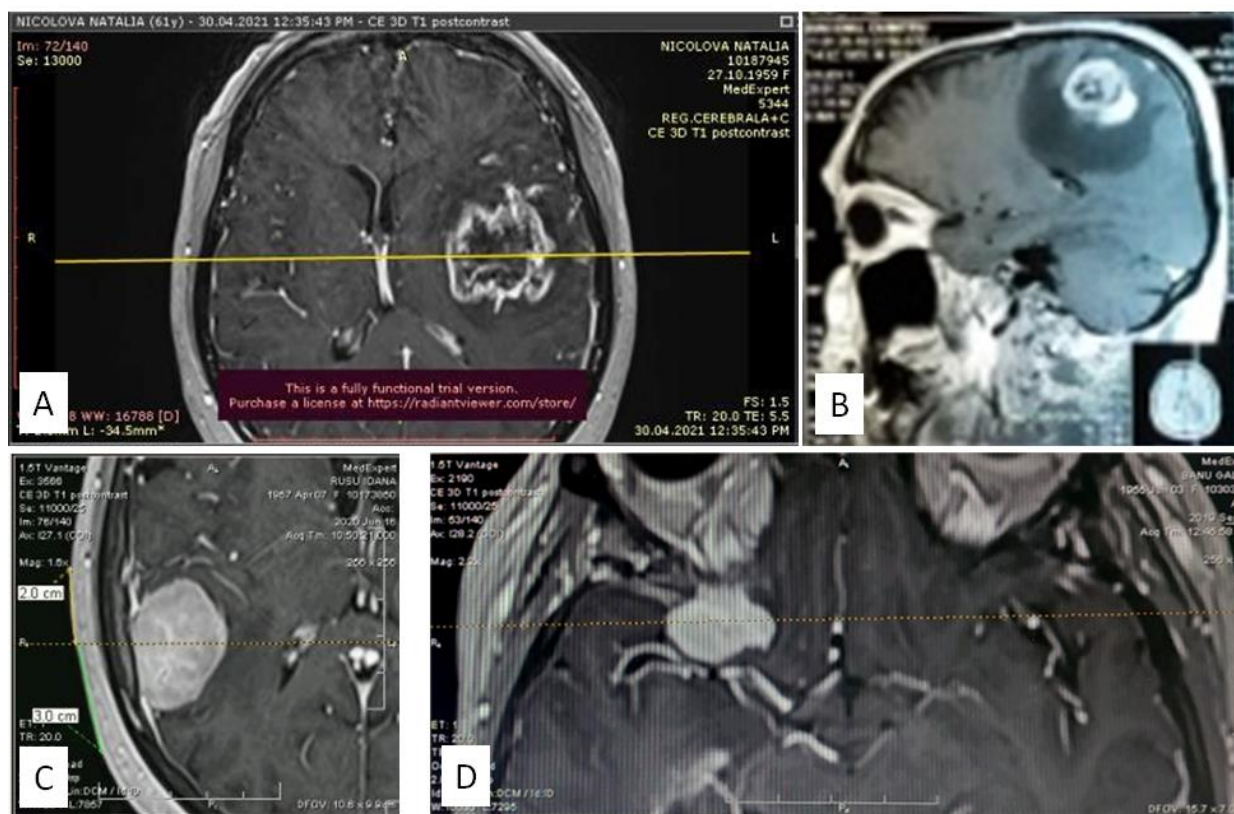


Fig. 1. IRM cerebrală. A - glioblastom în regiunea nucleilor bazali stânga. B - metastază de carcinom parietal cu edem periofocal marcat. C - meningiom convexital temporal dreapta. D - meningiom de aripă sfenoidală dreapta.

Accesarea chiar a unei tumori superficiale de asemenea necesită o selectare corectă a poziționării pacientului și locului de aplicare a inciziei. Poziționarea este importantă pentru planificarea unui coridor către o tumoare profundă intra-axială și protejarea zonelor elocvente. Traectoria de acces este crucială pentru asigurarea unei iluminări adecvate în adâncimea lojei tumorale, fie de la microscop sau lupă. Poziția corectă a capului va asigura și o re tracție gravitațională reducând-o pe cea mecanică. Poziția elevată a capului reduce, de obicei, edemul parenchimatous prin re tracție sau manipulare mecanică, mai ales în cazuri de glioame maligne deoarece acestea sunt în contact intim cu substanța cerebrală, provoacă mai des edem perifocal și au o creștere infiltrativă. Metastazele intra-axiale deseori cauzează edem cerebral prin dislocarea, compresia parenchimului cerebral și a venelor drenante. Astfel, în caz de tumori intra-axiale, este importantă elevarea capului mai sus de nivelul inimii pentru asigurarea refluxului venos și reducerea edemului cerebral deopotrivă cu re tracția gravitațională. Totodată, se va ține cont de faptul

că rotirea exagerată a capului poate compromite drenajul venos prin compresia venelor jugulare.

Tumorile extracerebrale

Tumorile extra-axiale sunt localizate în interiorul cutiei craniene, uneori la baza craniului, dar în afara parenchimului cerebral. Acestea au punct de plecare meningele cerebral sau sunt metastaze atașate de dura mater, rareori au origine osoasă. Neoplaziile extra-axiale, de obicei, deplasează creierul, invadarea acestuia se constată rar. Astfel, acest tip de tumori pot cauza edem cerebral și efect de volum semnificative (fig. 1 C). Dificile pentru chirurgie sunt tumorile aderente de sinusurile durale venoase sau de venele drenante majore (de ex. vene spre sinusul sagital superior, vena Labee, vena Trolard). Lezarea intraoperatorie a acestor vene rezultă în edem cerebral progresiv și accidente vasculare ischemice, traduse prin deficiențe neurologice severe sau chiar deces. Este crucială identificarea preoperatorie a venelor drenante în timpul planificării poziționării capului, aceasta din urmă trebuie să asigure un coridor chirurgical ce ocolește structurile vasculare. Tumorile atașate de dura mater pot primi alimentare din vasele durale, identificarea intraoperatorie precoce a acestor artere, coagularea și secționarea acestora reduce mărimea hemoragiei și durata operației. Totuși, arterele de alimentare a tumorii, în mod normal, vor fi identificate în perioada preoperatorie, bazându-se pe imagistică, iar poziționarea pacientului va asigura accesul la aceste artere.

Tumorile de bază craniană

Acest tip de tumori impune dificultăți de tratament operator prin aderarea lor de structuri vitale (nervi cranieni, vase) ce trec prin baza craniană (fig. 1 D). Nervii și vasele sunt, deseori, intim atașate de pereții canalelor osoase, astfel cea mai mică retracție poate cauza leziuni ireparabile. Cele mai frecvente tumori de bază craniană sunt meningioamele (de ex. de tubercul selar, petro-clivale) în toate cele trei fose craniene, șvannoamele (de ex. vestibular), carcinoamele primare sau

secundare de bază sau nazofaringe ce pot invada dura mater sau chiar parenchimul cerebral. Baza craniană poate fi accesată din toate părțile (ex. trans-sfenoidal, lateral retrosigmoidian), abordul chirurgical selectându-se dependent de tumoare și relația acesteia cu structurile adiacente. Fiecare dintre cele cinci aborduri chirurgicale au particularități ce vor fi discutate ulterior. La general vorbind, se vor aplica principiile comune de poziționare a pacientului. Suplimentar, luând în considerație durata mai mare a acestor operații, dar și complexitatea lor, atenție deosebită se va acorda aplicării minuțioase a pernuțelor de suport. De exemplu, poziția laterală necesită aplicare adecvată a suportului regiunii axilare pentru prevenirea luxației umărului, excludere a presiunii pe punctele de compresie a nervilor periferici (median, ulnar, peroneu). În caz de operații îndelungate pacientul este supus și unui risc mai mare de apariție a trombozei venoase profunde și embolismului pulmonar. Se recomandă, deci, o poziție elevată a extremităților pentru a asigura reîntoarcerea venoasă și a exclude sechestrarea venoasă în extremități.

Patologia concomitentă

Metastazele cerebrale reprezintă cele mai frecvente tumori intracraniene. Acești pacienți, deseori, au manifestări clinice extracraniene care trebuie luate în considerație la alegerea poziționării. De exemplu, pacienții diagnosticați cu cancer pot avea metastaze nu doar cerebrale dar și pulmonare, sau însăși tumoarea primară poate fi localizată în plămâni (fig. 2). Funcția pulmonară afectată va necesita ventilare suplimentară iar aceasta poate influența poziționarea pacientului. Statutul respirator afectat poate fi un obstacol pentru poziția ventrală din cauza presiunii exagerate aplicate pe plămâni. În asemenea cazuri poate fi aleasă poziția laterală cu capul rotit pentru accesarea, de exemplu, a regiunii occipitale sau a fosei posterioare.

Pacienții cu tumori primare sau metastatice pot fi dependenți de steroizi. Tumorile cerebrale sunt asociate de edem perilezional semnificativ, în combaterea

căruia se administrează steroizi. Aceștia din urmă au efecte adverse, printre care imunosupresia ce poate afecta cicatrizarea plăgii postoperatorii. Astfel, atenție se va acorda și suturării adecvate a plăgii, se recomandă lavaj cu preparate antibacteriene în timpul suturării și extragerea firelor nu mai devreme de 2 săptămâni.

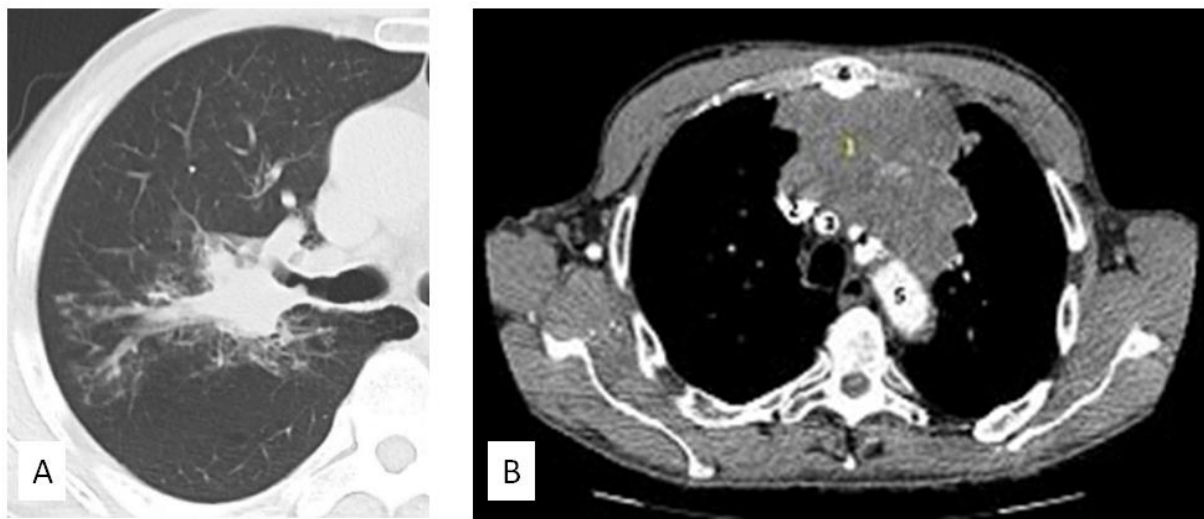


Fig. 2. CT pulmonară. A – cancer central plămânul drept. B – tumoare de mediastin

Este de menționat că unii pacienți necesită operații repetate pe motiv de recurență tumorală, cazuri în care complicațiile infecțioase apar mai frecvent (13). De obicei, nu se face planificarea craniotomiei pentru operațiile repetate, dar impactul acestora asupra pronosticului pacienților cu recidive tumorale a fost demonstrat (14,15). Astfel, în cadrul planificării lungimii inciziei și dimensiunilor craniotomiei se va lua în considerație necesitatea unei operații repetate pentru recidivarea tumorii.

Reguli pentru toate tipurile de poziționare

Considerațiile generale pentru orice abord chirurgical includ siguranța pacientului și aranjarea sălii de operație. Securizarea pacientului pe masa de operație este crucială, în timpul operației aceasta poate fi rotită/înclinată în orice direcție, există riscul de cădere a pacientului. Alt moment important este aranjarea pacientului pe masă înainte de a încuia fixatorul cranian; orice schimbare cu fixatorul închis poate disloca cuiele, ceea ce va duce la leziuni de țesuturi moi sau

craniu. Se va ține în minte că în inducția în anestezie se folosesc remedii paralizante ceea ce poate duce la obținerea unei poziții vicioase a capului, dar când acțiunea acestor remedii se termină poate apărea o tensiune musculară asupra capului, ceea ce duce la dislocarea cuielor. Odată ce pacientul este imobilizat poate fi aplicată poziția Trendelenburg (pentru a coborî capul) sau Trendelenburg invers (pentru a eleva capul). Pentru atașarea cadrului de referință este importantă și plasarea corectă a camerei de neuronavigare și a fixatorului cranian cu trei puncte de fixare. Dacă cadrul de referință este acoperit de cuvertură, masa asistentei sau chirurg, neuronavigarea devine inaptă. Un alt moment important este selectarea mesei de operație, sau a sălii de operație dotată cu o anumită masă de operație. Majoritatea meselor permit aplicarea poziției Trendelenburg sau Trendelenburg invers care sunt critice pentru diferite poziționări dar și facilitează refluxul venos (de ex. elevarea capului în caz de apariție intraoperatorie a edemului cerebral). De asemenea mesele contemporane permit înclinarea stânga/dreapta, astfel se vor lua măsuri de prevenire a căderii pacientului.

Poziția dorsală



Fig. 3. A - IRM cerebrală, formațiune chistică frontotemporal stânga. B – decubit dorsal, capul rotit controlateral. C- abord frontotemporal stânga.

Aceasta este cea mai frecvent utilizată poziționare în neurochirurgie, ea are cele mai mici riscuri anestezice și chirurgicale, este ușor de aplicat și nu presupune poziții incomode a pacientului anesteziat (1). Fața și tubul endotraheal sunt ușor accesibile. Poziția dorsală este mai comodă și din considerente de orientare spațială a chirurgului (fig. 3). Există totuși un risc mic de afectare a refluxului venos și creștere a tensiunii intracraniene în caz de rotire exagerată a

capului. Un alt neajuns este riscul de aspirare în comparație cu decubitul lateral sau ventral (16). De regulă capul pacientului este elevat, coapsele ușor flectate, picioarele ridicate pentru prevenirea trombozei venoase profunde. Proeminențele osoase (coatele, călcâiele) și punctele de presiune pe nervii periferici (ulnar, peroneal) vor fi protejate prin aplicare de pernuțe și centuri (cu lacăt sau adezive). Există situații când poziția dorsală este de preferință chiar dacă ea nu oferă accesul cel mai bun spre tumoare. La pacienții canceroși cu posibilă suferință pulmonară sau mediastinală, ventilarea mecanică ar fi mai dificilă în decubit lateral sau ventral. Este importantă consultarea cu anestezistul pentru a alege o poziție inofensivă pentru funcțiile vitale ale pacientului.

Abordul trans-sfenoidal

Acesta este mai frecvent efectuat pe cale trans-nazală decât trans-labială. Abordul dat este de elecție pentru adenome pituitare intraselare (fig. 4), chisturi Rathke, craniofaringioame. De obicei se folosește fixatorul Mayfield cu două cuie pe stânga și unul pe dreapta. Poziția capului poate varia dependent de localizarea exactă și dimensiunile tumorii, dar în majoritatea cazurilor capul pacientului este rotit spre chirurg cu 5-10 grade și retroflectat ușor. Camera neuronavigatorului este amplasată la capul pacientului. Capul pacientului se va eleva ușor pentru a reduce hemoragia și a facilita refluxul venos, moment important în accesarea regiunilor adiacente sinusurilor cavernoase.

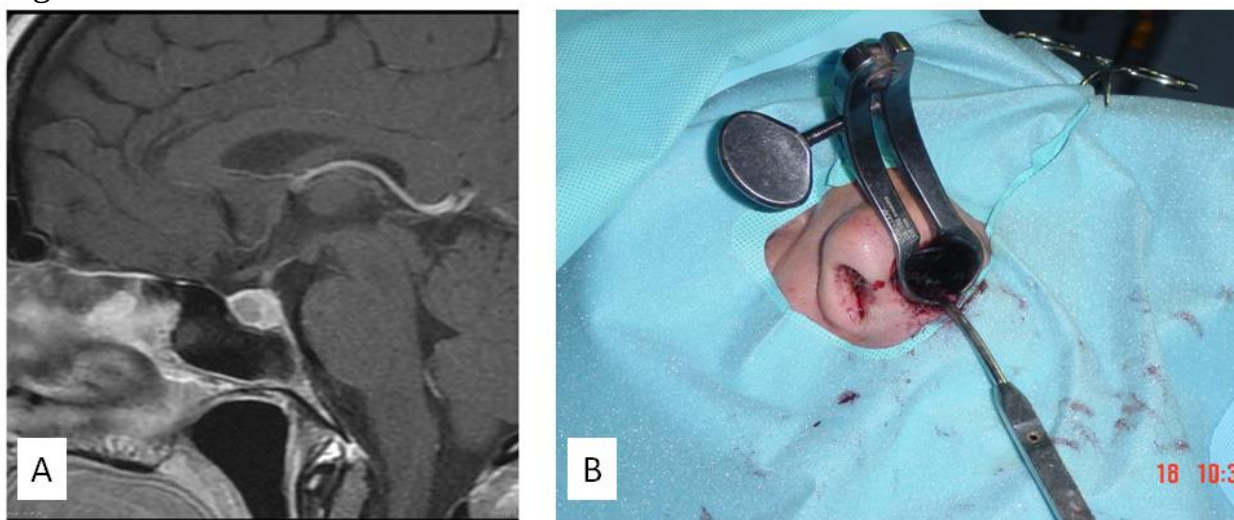


Fig. 4. A - IRM cerebrală, adenom hipofizar intraselar. B – abord transnazal transsfenoidal

Pentru accesarea trans-sfenoidală a regiunii clivale se recomandă o ușoară flexie a capului (15 grade) (17), acesta permite a mări inghiul de expunere a tumorii. Accesarea fosei anterioare necesită o extensie de 10-15 grade (18) pentru a obține o traiectorie mai anterioară și a preveni lovirea toracelui pacientului cu endoscopul sau instrumentele chirurgicale (19).

Abordul frontal

De obicei se folosește o incizie bicoronară. Acest abord oferă o expunere excelentă a tumorilor de linie medie cu creștere bilaterală (de ex. meningioame de bază), de orbită medială, de sinus frontal (carcinom de naso-faringe) mai ales în cazurile când se presupune că abordul orbito-zigomatic sau pterional nu vor asigura o expunere suficientă în direcție controlaterală. Înainte de poziționare a pacientului, cu scop de relaxare cerebrală, poate fi instalat un drenaj spinal. Pacientul este aranjat pe spate cu capul elevat asupra nivelului inimii. Cuiele fixatorului cranian sunt plasate dorsal de urechi pentru a nu limita lungimea inciziei cutanate. Capul este ridicat ușor, flectat ușor spre torace și extins ușor în gât (20), această extensie variază dependent de localizarea exactă a tumorii. Pentru excluderea compresiei globilor oculari în timpul retracției anterioare a acesteia, se va exclude aplicarea cuverturilor grosolane pe sprâncene (fig. 5).



Fig. 5. A - IRM cerebrală glioblastom frontal bazal drapta. B – decubit dorsal. C – abord frontal dorsal transcortical.

Abordul orbito-zigomatic și pterional

Abordul orbito-zigomatic este un abord pterional extins și poate fi efectuat în unul sau două lambouri osoase (21). Acesta este cel mai des utilizat în chirurgia

vasculară și cea a bazei dar și în accesarea tumorilor petro-clivale, sfeno-orbitale (22) și celor din vecinătatea apexului bazilar (fig. 6). Pacientul este poziționat pe spate; dacă este nevoie de rotire suplimentară a capului sub umărul ipsilateral se plasează o pernuță, capul este rotit de obicei în direcție controlaterală la 30-60 grade. Rotația este mai mare pentru tumori de fosă anterioară și medie, și mai mică pentru tumorile de clivus sau fosă posterioară. Capul este ușor extins spre podea, acesta va face ca punctul cel mai superior al câmpului operator să devină proeminența malară (22,23). Se procedează identic cu poziționarea pentru abordul pterional, proeminența malară fiind cel mai înalt punct se asigură localizarea fisurii Sylviene, se folosește forța de greutate pentru re tracție atât a lobului frontal cât și temporal, se reduce re tracția mecanică și, respectiv, leziunea prin re tracție a parenchimului cerebral.

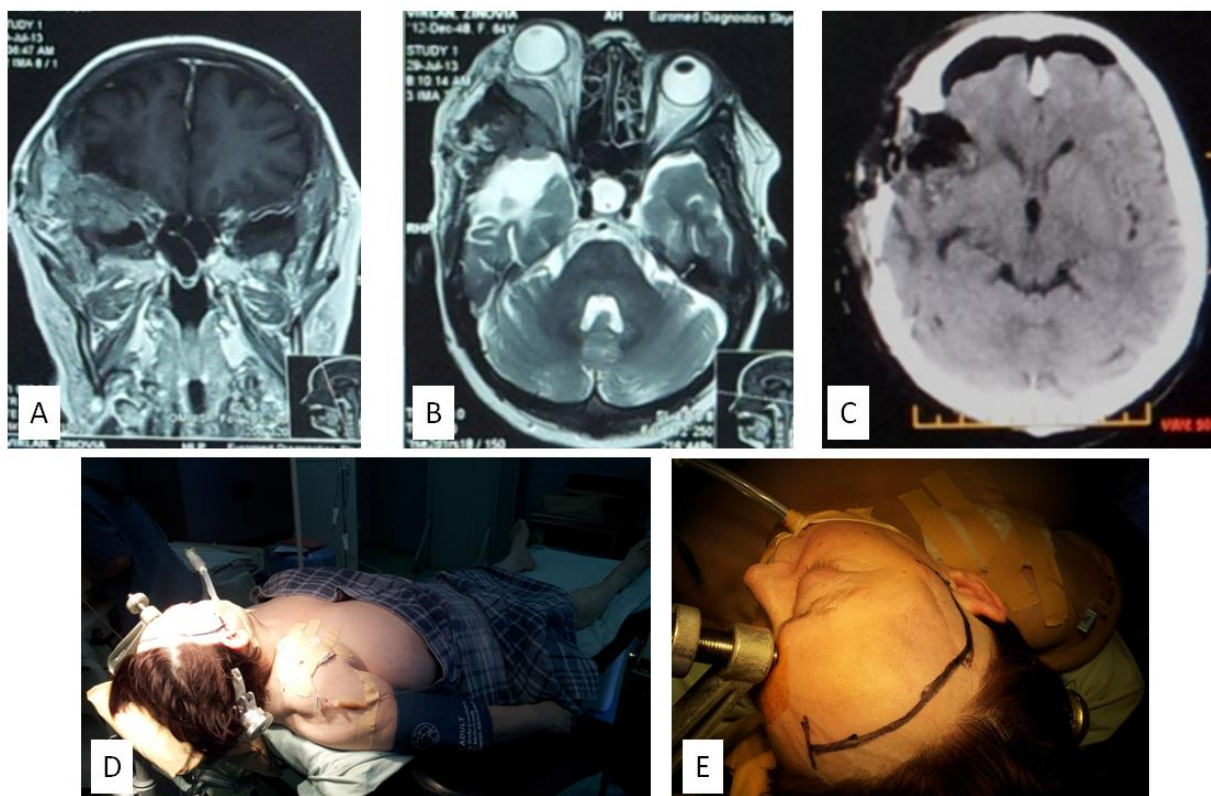


Fig. 6. A, B - IRM cerebrală, tumoare cranioorbitală dreapta C – CT de control, cavitate postrezejecțională. D – decubit dorsal, capul rotit stânga. E – incizia cutanată pentru abord orbitozigomatic.

Pe lângă abordul combinat pterional/orbito-zigomatic, abordul fronto-temporal (pterional) sinestătător este unul din cele mai frecvent folosite pentru anevrismele de carotidă internă și cerebrală medie și un șir de tumori de lobi frontal și temporal, de fisură Sylviană, aripă sfenoidală, tubercul selar, ventricul III. De obicei, în aceste situații capul este ușor extins și rotit cu 30 grade în sens opus tumorii.

Abordul temporal

Pentru accesarea unei tumori re regiune temporală poate fi selectată o rută trans-temporală (fig. 7) sau subtemporală. Pacientul este poziționat pe spate cu o pernă sub umărul ipsilateral, ceea ce asigură posibilitatea unei rotații a capului cu 60-80 grade controlateral. Pentru abordul subtemporal se recomandă o înclinare mai mare a capului, de aceea în acest caz poate fi folosită poziția laterală a pacientului. Abordul către o tumoare temporală, mai ales dacă este nevoie de accesat regiunile mediale ale lobului temporal, uncusul, necesită o înclinare ușoară a vertexului spre podea. În caz de efectuare a abordului subtemporal spre trunchiul cerebral poate fi benefică instalarea drenajului spinal.



Fig. 7. A - IRM cerebrală, gliom temporal dorsal dreapta.. B – decubit dorsal oblic, capul rotit controlateral. C – abord temporal dreapta.

Poziția laterală

Decubitul lateral este folosit pentru pacienții ce necesită abord subtemporal, bază craniană, peripetros și spre fosa posterioară (fig. 8). Poziția laterală poate fi utilă în caz de tumori supratentoriale, mai ales localizate parasagital. Aranjarea pacientului pe partea tumorii, în aceste cazuri, poate facilita retractor cerebrală,

forța de gravitație trăgând emisfera de la coasa cerebrală (fig. 7). Riscurile poziției laterale sunt: leziunea de plex brahial, leziuni prin întindere (fosa axilară), neuropatii compresive (nervul suprascapular), afectarea perfuziei extremității superioare din cauza pernuței axilare, afectarea ventilării/perfuziei pulmonare (1).



Fig. 8. A – CT cerebrală, meningiom convexital suboccipital dreapta. B – decubit lateral stânga. C – abord suboccipital paramedian dreapta

În comparație cu poziția dorsală, cea laterală poate duce la scăderea presiunii arteriale medii, a refluxului venos, a fracției de ejeție, a capacității pulmonare totale și a rezistenței venoase jugulare. Ca rezultat crește frecvența contracțiilor cardiace, rezistența vasculară sistemică și ca rezultat crește discrepanța ventilare/perfuzie pulmonară (1). Astfel, mai ales dacă capul este flectat semnificativ, poate crește dramatic presiunea intracraniană. Atenție necesită poziționarea membrului superior (pe care stă pacientul) din cauza riscului leziunii plexului brahial și arterei axilare. De obicei, se plasează o pernuță sub partea superioară a toracelui pentru a exclude comprimarea directă a fosei axilare, iar mâna de jos se aranjează mai jos de nivelul mesei de operație pe un suport cu pernuță sau se atârână în "broboadă". După aranjarea pacientului se va verifica funcționarea cateterelor arteriale și venoase; cateterul nefuncțional indică poziția vicioasă a membrului superior. Între picioare se pune o pernuță. Corpului pacientului i se conferă o configurație în "V", asta pentru elevarea capului mai sus de nivelul inimii și facilitarea reîntoarcerii venoase din membrele inferioare pentru reducerea riscului trombozelor venoase profunde.

Abordul retrosigmoid



Fig. 9. A - IRM cerebrală, tumoare de unghi pontocerebelos dreapta. B – decubit lateral stânga. C – abord retrosigmoid dreapta.

Acest abord este folosit pentru tumori de unghi cerebelopontin (șvanom vestibular, chist epidermoid, meningiom) (fig. 9) (24). Unii chirurghi preferă decubitul dorsal sau pe șezute, dar cel mai des se utilizează poziția laterală sau ventrală oblică pentru a reduce rotirea capului. Se aplică fixatorul Mayfield. Capul este rotit controlateral, vertexul este înclinat spre podea, gâtul se flectează ușor pentru a deschide unghiul cervical-suboccipital (25). Astfel se va reduce din adâncimea țesuturilor moi deasupra găurii occipitale mari și va permite un acces mai direct pentru drenarea lichidului cefalo-rahidian. Cum s-a mai menționat, atenție se va acorda plasării corecte a pernuței în regiunea axilare și împăturirii umărului de sus și direcționarea acestuia spre picioarele pacientului fără a cauza leziuni prin tracție a plexului brahial. Se vor plasa centuri peste bazin și picioare pentru a securiza pacientul în caz de inclinare a mesei în timpul operației.

Abordul lateral ("far lateral")

Abordul lateral este o extindere a celui retrosigmoid. Poziția pacientului este, ca regulă, laterală (park bench) sau ventrală oblică. Acest abord este folosit pentru tumori para- sau anterotruncale, de foramen magnum, foramen jugular (26). Capul pacientului este ușor înclinat spre podea și ridicat puțin în sus pentru a mări spațiul între vârful mastoidei și apofiza transversală a atlasului (26). Tumorile abordate în asemenea mod sunt, deseori, localizate în intima adiacență cu nervii cranieni, deci este recomandată utilizarea neuromonitoringului operator; până a începe operația se vor testa și securiza electrozii. Electrozii pot fi dislocați în caz de re poziționare a pacientului; semnalul de la electrozi poate dispărea dacă

pacientul este poziționat incorect (compresia arterei axilare). Deci testarea funcționalității utilajului electrofiziologic se va face după poziționarea definitivă a pacientului dar până la începerea operației propriu-zise (fig. 10).



Fig. 10. A - IRM cerebrală, tumoare de jonțiune craniocervicală. B – poziție ventrală. C – incizia cutanată pentru abord suboccipital lateral dreapta.

Abordul parieto-occipital

Tumorile regiunii parieto-occipitale pot fi accesate în decubit ventral sau ventral oblic. Pentru poziția ventrală oblică se aplică aceleași reguli ca și pentru poziția laterală. Pentru poziționare se vor utiliza pernuțe, atenție se va atrage la mâna de jos și umăr, se va exclude presiunea pe fosa axilară. Dacă tumoarea este aproape de linia medie, capul pacientului va fi rotit semnificativ.

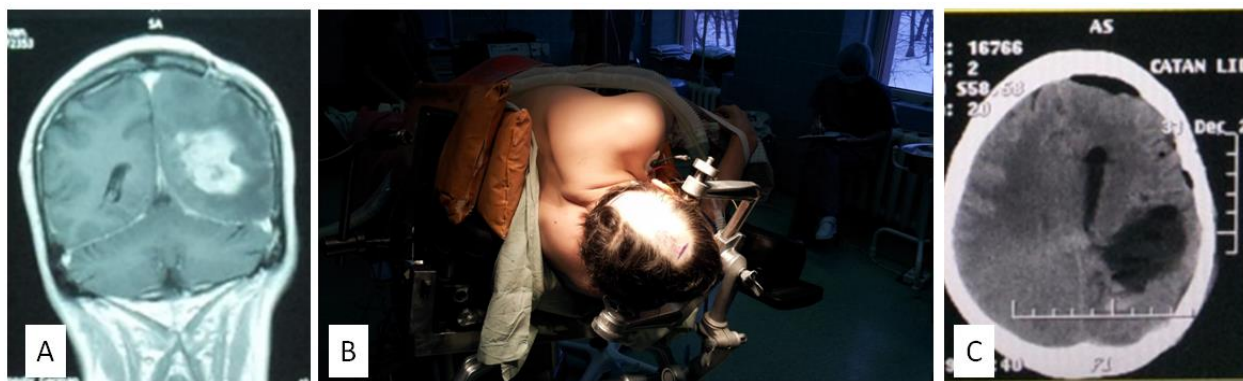


Fig. 11. A - IRM cerebrală, tumoare intraventriculară stânga. B – poziție laterală stânga, capul rotit dreapta. C – CT cerebrală, rezecția totală a tumorii.

Fixatorul Mayfield va fi plasat cu precauție: partea cu un cui se aplică pe regiunea frontală ipsilaterală, evitând lezarea nervului supratrohlear; partea cu două cuie – pe regiunea mastoidului controlateral, cât mai departe de linia medie. Astfel se preîntâmpină blocarea liniei de incizie peste linia medie în caz de tumori de linie medie (ex. meningiom de sinus sagital superior). Se va ține cont și de

evitarea lezării cateterelor ventriculo-peritoneale în cadrul introducerii cuielor în regiunea retro-auriculară sau mastoidiană, în caz de prezență a acestora (fig. 11).

Poziția ventrală și pe șezute

Abordul suboccipital

Craniotomia suboccipitală este cel mai des efectuată în poziția ventrală a pacientului, mai rar pe șezute. Alegerea poziției ține de preferințele chirurgului dar există și nuanțe de securizare și monitorizare a pacientului în poziția pe șezute (risc de embolism aerian, necesitatea monitorizării precordiale Doppler).



Fig. 12. A - IRM cerebrală, tumoare de fosă posterioară. B – poziție ventrală. C – incizie pentru abord suboccipital median.

Decubitul ventral este de elecție pentru accesarea fosei craniene posterioare, regiunii suboccipitale, joncțiunii craniocervicale, regiunii cervicale (fig. 12). Prin acestea pot fi înlăturate tumori de vermis, regiune medială de emisferă cerebelară, tumori dorsale și dorsolaterale de foramen magnum și joncțiune craniocervicală. Poziția ventrală oferă expunere excelentă a regiunilor anatomice menționate și este lipsită de riscul emboliei venoase aeriene în comparație cu poziția pe șezute (1). Dar poziția ventrală este și una din cele mai provocatoare din punct de vedere anesteziologic, ea necesită deconectare și răsturnare a pacientului intubat pe masa de operație. Poziționarea ventrală a pacientului poate influența asupra hemodinamicii; pot fi dislocate cateterile arteriale, venoase, Foley, tubul endotraheal, electrozii de neuromonitoring. Alte avertismente sunt accesul la căile respiratorii, escoriațiile prin presiune, compresia vasculară, restrângerea excursiei

cutiei toracice (legare prea strânsă a pacientului de masa de operație), leziuni de plex brahial, compresia globilor oculari (1,27).

Răsturnarea pacientului în decubit ventral mărește presiunea intra-abdominală, micșorează reîntoarcerea venoasă spre inimă și poate mări rezistența vasculară sistemică și pulmonară (28). Răspunsul sistemului cardiovascular la poziția ventrală este caracterizat prin instalarea sindromului de distresă respiratorie acută (29), fracția de ejeție a ventricolului stâng și indicele cardiac pot descrește, astfel cauzând instabilitate hemodinamică (30). Oxigenarea țesuturilor periferice poate, totuși, fi ameliorată prin setarea potrivită a ventilării și perfuziei (1,29,31). Pacientul este anesteziat în poziție pe spate, apoi întors în decubit ventral, capul menținându-se în poziție neutrală. Pot fi folosite dispozitive de suport a cutiei toracice, astfel se va reduce din presiunea asupra abdomenului, se va ameliora ventilarea, se va preveni hipercapnia și hemoragia intraoperatorie prin ameliorarea reîntoarcerii venoase (32). Pentru pacienții obezi pot fi folosite mese de operație corespunzătoare. Pentru poziția ventrală se vor utiliza pernuțe late aplicate sub toracele pacientului și sub cristele iliace.

Poziția pe șezute a fost utilizată, de obicei, pentru chirurgia fosei craniene posterioare și abordurile cervicale posterioare (fig. 13). Mulți neurochirurghi, totuși, se dezic de această poziționare din cauza riscurilor adiționale de instabilitate hemodinamică și embolism aerian venos (33,34), care la rândul lor impun monitorizare suplimentară prin Doppler precordial sau chiar instalarea cateterului venos intraatrial pentru aspirarea embolilor aeriени. Poziția pe șezute oferă puține beneficii în comparație cu cea ventrală cu excepția unei presiuni venoase intracranene scăzute și deci a hemoragiei intraoperatorii mai mici (32). Poziția pe șezute poate facilita rețracția gravitațională, mai ales în caz de abord infratentorial supracerebelos. Totuși, presiunea venoasă mai mică deopotrivă cu sechestrarea sângelui venos în extremitățile inferioare mărește riscul hipotensiunii, embolismului aerian și a trombozei venoase profunde (35). Este mai mare și riscul pneumocefaliei și hematomului subdural (36), de aceea, majoritatea

neurochirurgilor consideră că poziția pe șezute aduce mai multe riscuri decât beneficii. Mecanismul emboliei aeriene venoase este presiunea venoasă negativă și expunerea la contact cu aerul în timpul operației a venelor și sinusurilor venoase. O embolie aeriană majoră poate induce scăderea fracției de ejeecție prin formarea unui dop aerian ventricular (37), contractare exagerată a ventriculului drept și ischemie semnificativă a miocardului. Incidența embolismului aerian venos, stabilită la pacienții cărora li s-a aplicat monitorizare precordială Doppler este estimată la 20-50% (33), iar la cei cu ecocardiografie transesofagiană – 76% (38). Manopera neurochirurgicală se va face după excluderea patenței orificiului oval (39) deoarece acesta este o sursă paradoxală de embolism aerian și stroke (40). Pe lângă monitorizarea standard, cum ar fi oximetria și presiunea dioxidului de carbon, pentru depistarea precoce a embolismului aerian venos poate fi folosit Doppler precordial transtoracic (41). Dacă acesta nu este disponibil se va atrage atenția la scăderea concentrației dioxidului de carbon în prezența hipotensiunii ca semn de alarmă a emboliei aeriene. În caz de embolism aerian venos plaga chirurgicală va fi irigată abundant cu soluție iar locul de acces al aerului în sistemul venos va fi coborât mai jos de nivelul inimii (de obicei prin plasarea pacientului în Trendelenburg), pacientul va fi culcat pe partea stângă pentru eliberarea fluxului sanguin din inima dreaptă, la posibilitate aerul din atriu drept va fi aspirat prin cateterul venos central, iar în caz de hipotensiune se vor administra vasopresori (42).



Fig. 13. A - IRM cerebrală, tumoare de regiune pineală. B – poziție pe șezute. C – incizie pentru abord supracerebelar infratentorial.

În pofida riscurilor asociate, poziția pe șezute este preferată de unii chirurghi pentru accesarea fosei posterioare și sectoarelor posterioare ale coloanei cervicale, cunoscând fiziopatologia și semnele embolismului dar și fiind pregătiți să acționeze în caz de apariție a acestei complicații pentru a duce la bun final intervenția chirurgicală.

Craniotomia "awake"

Acest tip de operații se discută separat din cauza cerințelor speciale. De obicei pacientul este poziționat dorsal sau lateral cu un suport sub umărul ipsilateral. Este foarte importantă asigurarea, până la intubare, a unei poziții comode pentru pacient. Pentru decubitul dorsal, se plasează o pernuță sub umărul ipsilateral, astfel încât pacientul să stea cu un unghi de 45 grade. Apoi capul este rotit în partea controlaterală. Între picioare se plasează o pernă. Pentru diminuarea disconfortului din umărul și coapsa aflate în contact cu masa de operație, sub ele pot fi plasate pernuțe pneumatice care se vor umfla periodic pe durata operației. După ce pacientul este aranjat și nu prezintă disconfort, poate fi începută anestezia. În unele clinici se preferă masca laringeală în loc de tub endotraheal, aceasta este mai confortabilă. Cu precauție este efectuată și învelirea pacientului cu cuverturi sterile, se va păstra accesul liber spre față. Capul poate fi un pic extins pentru a permite plasarea/scoaterea facilă a măștii laringiene. Poziția neutrală a capului tot este favorabilă. Ca și pentru majoritatea operațiilor, va fi folosit fixatorul Mayfield, doar ca cuiele vor fi plasate în așa mod ca câmpul vizual al pacientului să nu fie acoperit. În timpul operației, după înlăturarea măștii laringiene, se așteaptă ceva timp ca pacientul să se trezească și să devină cooperant. De obicei, pacientul se ține treaz nu mai mult de două ore deoarece oboseala instalată poate afecta cooperarea. Dacă nu mai este nevoie de cooperare cu pacientul se anunță anesteziologul, acesta modifică tactica de anestezie.

Concluzii

- Poziționarea pacientului pentru operații de înlăturare a tumorilor cerebrale are anumite particularități.
- Poziționarea adecvată are impact direct asupra siguranței și eficienței manoperei chirurgicale și a perioadei perioperatorii, dar și asupra morbidității postoperatorii și supravegherii de lungă durată a pacienților.
- O serie de pacienți se prezintă cu semne de hipertensiune intracraniană. Deci, alegerea unei poziționări ce scade edemul cerebral este importantă.
- Este utilă folosirea beneficiilor forței de gravitație prin aranjarea pacientului într-un mod corespunzător.
- De folos este și poziționarea în așa mod ca tumoarea să fie ușor accesibilă, deseori tumoarea fiind punctul cel mai înalt al câmpului operator.
- Localizarea tumorii este factorul decisiv în alegerea poziționării și dictează selectarea abordului chirurgical.
- Spre deosebire de alte tipuri de manopere neurochirurgicale, cea mai mică variație a localizării tumorii poate duce la modificarea radicală a poziționării pacientului și a abordului chirurgical.

În neurochirurgie poziționarea corectă a pacientului este parte a unei intervenții reușite. Principiile fundamentale ale neurochirurgiei cum sunt imobilizarea capului în fixatorul Mayfield, funcționarea corectă a sistemului de reperaj intraoperator, iluminarea câmpului operator, expunerea adecvată a tumorii cerebrale, beneficierea de forța de gravitație pentru a reduce din rețracția mecanică, hemostaza, drenarea lichidului cefalo-rahidian, relaxarea cerebrală, optimizarea hemodinamicii, crearea condițiilor pentru o anestezie sigură, toate depind de poziționarea potrivită a pacientului pe masa de operație și planificarea preoperatorie atentă.

Referințe

1. Rozet I, Vavilala MS. Risks and benefits of patient positioning during neurosurgical care. *Anesthesiol Clin*. 2007;25(3):631–53.
2. St-Arnaud D, Paquin MJ. Safe positioning for neuro-surgical patients. *AORN J*. 2008;87(6):1156–68. quiz 69-72. PubMed PMID: 18567169.
3. Winfree CJ, Kline DG. Intraoperative positioning nerve injuries. *Surg Neurol*. 2005;63(1):5–18.
4. St-Arnaud D, Paquin MJ. Safe positioning for neurosurgical patients. *Can Oper Room Nurs J*. 2009;27(4):7–11. 6, 8–9 passim. PubMed PMID: 20131710.
5. McEwen DR. Intraoperative positioning of surgical patients. *AORN J*. 1996;63(6):1077–9.
6. Bostanjian D, Anthone GJ, Hamoui N, Crookes PF. Rhabdomyolysis of gluteal muscles leading to renal failure: a potentially fatal complication of surgery in the morbidly obese. *Obes Surg*. 2003;13(2): 302–5.
7. Behin A, Hoang-Xuan K, Carpentier AF, Delattre J-Y. Primary brain tumours in adults. *Lancet*. 2003;361(9354):323–31.
8. Ostrom QT, Gittleman H, Liao P, Rouse C, Chen Y, Dowling J, et al. CBTRUS statistical report: primary brain and central nervous system tumors diagnosed in the United States in 2007–2011. *Neurooncology*. 2014;16(suppl_4):iv1–iv63.
9. Stupp R, Brada M, van den Bent MJ, Tonn JC, Pentheroudakis G. High-grade glioma: ESMO Clinical Practice Guidelines for diagnosis, treatment and follow-up. *Ann Oncol*. 2014;25(suppl_3):iii93–iii101.
10. Stupp R, Mason WP, van den Bent MJ, Weller M, Fisher B, Taphoorn MJB, et al. Radiotherapy plus concomitant and adjuvant temozolomide for glioblastoma. *N Engl J Med*. 2005;352(10):987–96. PubMed PMID: 15758009.
11. Patchell RA, Tibbs PA, Walsh JW, Dempsey RJ, Maruyama Y, Kryscio RJ, et al. A randomized trial of surgery in the treatment of single metastases to the brain. *N Engl J Med*. 1990;322(8):494–500. PubMed PMID: 2405271.
12. Patchell RA, Tibbs PA, Regine WF, Dempsey RJ, Mohiuddin M, Kryscio RJ, et al. Postoperative radiotherapy in the treatment of single metastases to the brain: a randomized trial. *JAMA*. 1998; 280(17):1485–9.
13. Chang SM, Parney IF, McDermott M, Barker FG 2nd, Schmidt MH, Huang W, et al. Perioperative complications and neurological outcomes of first and second craniotomies among patients enrolled in the Glioma Outcome Project. *J Neurosurg*. 2003;98(6):1175–81. PubMed PMID: 12816260.
14. Bloch O, Han SJ, Cha S, Sun MZ, Aghi MK, McDermott MW, et al. Impact of extent of resection for recurrent glioblastoma on overall survival: clinical article. *J Neurosurg*. 2012;117(6):1032–8. PubMed PMID: 23039151.
15. Oppenlander ME, Wolf AB, Snyder LA, Bina R, Wilson JR, Coons SW, et al. An extent of resection threshold for recurrent glioblastoma and its risk for neurological morbidity. *J Neurosurg*. 2014;120(4):846–53. PubMed PMID: 24484232.

16. Drakulovic MB, Torres A, Bauer TT, Nicolas JM, Nogué S, Ferrer M. Supine body position as a risk factor for nosocomial pneumonia in mechanically ventilated patients: a randomised trial. *Lancet*. 1999; 354(9193):1851–8.
17. Jho HD, Ha HG. Endoscopic endonasal skull base surgery: Part 3—the clivus and posterior fossa. *Minim Invasive Neurosurg*. 2004;47(01):16–23.
18. Jho HD, Ha HG. Endoscopic endonasal skull base surgery: Part 1—the midline anterior fossa skull base. *Minim Invasive Neurosurg*. 2004;47(01):1–8.
19. de Divitiis E, Cavallo LM, Esposito F, Stella L, Messina A. Extended endoscopic transsphenoidal approach for tuberculum sellae meningiomas. *Neurosurgery*. 2007;61(suppl_5):ONS229–ONS38.
20. Chi JH, Parsa AT, Berger MS, Kunwar S, McDermott MW. Extended bifrontal craniotomy for midline anterior fossa meningiomas: minimization of retraction-related edema and surgical outcomes. *Neurosurgery*. 2006;59(suppl_4):ONS-426–ONS-34.
21. Tanriover N, Ulm AJ, Rhoton ALJ, Kawashima M, Yoshioka N, Lewis SB. One-piece versus two-piece orbitozygomatic craniotomy: quantitative and qualitative considerations. *Neurosurgery*. 2006;58(4):ONS-229–ONS-37. PubMed PMID: 00006123-200604002-00006.
22. Zabramski JM, Kiriş T, Sankhla SK, Cabirol J, Spetzler RF. Orbitozygomatic craniotomy. *J Neurosurg*. 1998; 89(2):336–41. PubMed PMID: 9688133.
23. Lemole GM Jr, Henn JS, Zabramski JM, Spetzler RF. Modifications to the orbitozygomatic approach. *J Neurosurg*. 2003;99(5):924–30. PubMed PMID: 14609176.
24. Samii M, Gerganov V, Samii A. Improved preservation of hearing and facial nerve function in vestibular schwannoma surgery via the retrosigmoid approach in a series of 200 patients. *J Neurosurg*. 2006;105(4):527–35. PubMed PMID: 17044553.
25. Elhammady MS, Telischi FF, Morcos JJ. Retrosigmoid approach: indications, techniques, and results. *Otolaryngol Clin N Am*. 2012;45(2):375–97.
26. Ma L, Shrestha BK, You C, Hui X-h. Revisiting the far lateral approach in the treatment of lesions located at the craniocervical junction—experiences from West China hospital, Sichuan University, Chengdu. *Interdiscip Neurosurg*. 2015;2(3):133–8.
27. Edgcombe H, Carter K, Yarrow S. Anaesthesia in the prone position. *Br J Anaesth*. 2008;100(2):165–83.
28. Toyota S, Amaki Y. Hemodynamic evaluation of the prone position by transesophageal echocardiography. *J Clin Anesth*. 1998;10(1):32–5.
29. Jolliet P, Bulpa P, Chevrolet J-C. Effects of the prone position on gas exchange and hemodynamics in severe acute respiratory distress syndrome. *Crit Care Med*. 1998;26(12):1977–85. PubMed PMID: 00003246-199812000-00023.
30. Yokoyama M, Ueda W, Hirakawa M, Yamamoto H. Hemodynamic effect of the prone position during anesthesia. *Acta Anaesthesiol Scand*. 1991;35(8):741–4.

31. Guérin C, Reignier J, Richard J-C, Beuret P, Gacouin A, Boulain T, et al. Prone positioning in severe acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med*. 2013;368(23):2159–68. PubMed PMID: 23688302.
32. Harrison EA, Mackersie A, McEwan A, Facer E. The sitting position for neurosurgery in children: a review of 16 years' experience. *Br J Anaesth*. 2002;88(1):12–7.
33. Porter JM, Pidgeon C, Cunningham AJ. The sitting position in neurosurgery: a critical appraisal. *BJA. Br J Anaesth*. 1999;82(1):117–28
34. Standefer M, Bay JW, Trusso R. The sitting position in neurosurgery: a retrospective analysis of 488 cases. *Neurosurgery*. 1984;14(6):649–58. PubMed PMID: 00006123-198406000-00001.
35. Rath GP, Bithal PK, Chaturvedi A, Dash HH. Complications related to positioning in posterior fossa craniectomy. *J Clin Neurosci*. 2007;14(6):520–5. PubMed PMID: 17430775.
36. Di Lorenzo N, Caruso R, Floris R, Guerrisi V, Bozzao L, Fortuna A. Pneumocephalus and tension pneumocephalus after posterior fossa surgery in the sitting position: a prospective study. *Acta Neurochir*. 1986;83(3):112–5.
37. Durant TM, Long J, Oppenheimer MJ. Pulmonary (venous) air embolism. *Am Heart J*. 1947;33(3):269–81.
38. Papadopoulos G, Kuhly P, Brock M, Rudolph KH, Link J, Eyrich K. Venous and paradoxical air embolism in the sitting position. A prospective study with transoesophageal echocardiography. *Acta Neurochir*. 1994;126(2):140–3.
39. Fathi AR, Eshtehardi P, Meier B. Patent foramen ovale and neurosurgery in sitting position: a systematic review. *Br J Anaesth*. 2009;102(5):588–96.
40. Mammoto T, Hayashi Y, Ohnishi Y, Kuro M. Incidence of venous and paradoxical air embolism in neurosurgical patients in the sitting position: detection by transesophageal echocardiography. *Acta Anaesthesiol Scand*. 1998;42(6):643–7.
41. Hitselberger WE, House WF. A warning regarding the sitting position for acoustic tumor surgery. *Arch Otolaryngol*. 1980;106(2):69.
42. Mirski MA, Lele AV, Fitzsimmons L, Toung TJK. Diagnosis and treatment of vascular air embolism. *Anesthesiology*. 2007;106(1):164–77.