

RECOMANDARI DE MONITORIZARE ANESTEZICA: DE LA RUTINA LA SITUATII CLINICE COMPLEXE

Monica Ioana Lupei

143

Introducere

Monitorizarea anestezica reprezinta o responsabilitate de baza a profesiei anestezistului. "Vigilenta" este de altfel motto-ul Societatii Americane de Anestezie, American Society of Anesthesiologists (ASA) si a fost prezentata sub forma grafica de Paul Wood, designer in 1932 (1). Pentru o monitorizare intra-operatorie optima medicul anestezist trebuie sa inteleaga principiile complexe de fizica care stau la baza metodelor sofisticate de monitorizare anestezica in zilele noastre.

Monitorizarea anestezica standard

Monitorizarea anestezica efectiva reduce potentialul complicatiilor post-operatorii si deceleaza anomalii inainte ca injuria sa fie ireversibila. ASA a stabilit standarde de monitorizare in anestezie, pentru prima data in 1986, standarde care au fost ulterior modificate, cel mai recent in 2011 (1). Standardele reprezinta reguli si cerinte minime pentru practica clinica si nu pot fi modificate decat in conditii de maxima urgenta sau lipsa de echipament.

Standardul I stipuleaza prezenta de personal calificat in anestezie pentru monitorizare clinica, pe tot parcursul chirurgiei in sala de operatie (1). Standardul al II-lea presupune continua monitorizare a oxigenarii, ventilatiei, circulatiei si temperaturii (1). Standardul al II-lea include:

- utilizarea analizatorului de oxigen in inspir
- evaluarea cantitativa a oxigenarii sangelui
- masurarea volumului curent si utilizarea capnografiei in timpul anesteziei generale
- monitorizarea electrocardiografei si pulsului continuu

- masurarea tensiunii arteriale la fiecare 5 minute
- masurarea temperaturii trebuie posibila in orice moment.

In anestezia generala de rutina un minimum de 5 alarme trebuie sa fie active: nivelul de oxigen in inspir, presiunea in caile aeriene, saturatia periferica in oxigen, tensiunea arteriala, frecventa cardiaca (2,3). Cu toate acestea, monitorizarea electronica si automata nu poate inlocui vigilentia clinica, si prin urmare prezenta personalului calificat in anestezie in timpul operatiei este indispensabila.

Principiile si mecanismele monitorizarii anesteziei de rutina

Oxygenarea

Monitorizarea gazelor in anestezie

Nivelul de oxigen (O_2) inspirat trebuie masurat in timpul oricarei anestezii, chiar daca administrarea de O_2 in inspir nu garanteaza oxygenarea arteriala adecvata. Nivelul de O_2 se poate masura fie cu analizor paramagnetic, galvanic, sau polarographic (2).

Masurarea dioxidul de carbon (CO_2) expirat este extrem de importanta pentru aprecierea fizio-patologiei si siguranta pacientului. Aceasta monitorizare poate decela modificari ale ventilatiei, debitului cardiac, circulatiei pulmonare si activitatii metabolice. Capnografia reprezinta masurarea continua, grafica si cantitativa a CO_2 in inspir si expir. In mod normal presiunea arteriala ($PaCO_2$), alveolara ($PACO_2$) si expiratorie ($etCO_2$) a CO_2 se coreleaza, iar diferenta $PaCO_2-PACO_2$ este de 5-10 mmHg. In cazul maldistributiei dintre ventilatie si perfuzie diferenta $PaCO_2-PACO_2$ creste (2). Capnografia este metoda ideala de confirmare a intubatiei oro-traheale.

Masurarea concentratiei substantelor inhalatorii se poate face prin spectrometrie de masa si mai recent prin absorbtie spectrofotometrica in unde infrarosii. Toate gazele anesteziei se pot masura prin absorbtie in infrarosu, inclusiv protoxidul de azot (N_2O) si CO_2 (3). Masurarea concentratiei substantelor anesteziei inhalatorii permite administrarea cu acuratete si imbunatatete siguranta pacientului. Monitorizarea simultana a mai multor gaze in timpul anesteziei generale foloseste spectroscopia cu tehnica Raman (2,3).

Monitorizarea oxygenarii sangelui

Pe langa monitorizarea oxigenului administrat in inspir, siguranta pacientului necesita masurarea continua a oxygenarii sangelui. Cel mai adesea monitorizarea oxigenului in sange se face cu **puloximetrul** care masoara saturatia periferica in oxigen (SpO_2). Pulsoximetrul foloseste tehnici de pletismografie si spectrofotometrie. Pletismografia utilizeaza pulsul pentru decelarea circulatiei, iar SpO_2 se determina prin spectrofotometrie care uti-

lizeaza legea lui Beer Lambert. Legea lui Beer-Lambert presupune ca la o lumina si concentratie de hemoglobina (Hgb) constante, intensitatea luminii transmisa prin tesuturi este o functie logaritmica a saturatiei in O_2 a Hgb (2,3). In unde rosii (660 nm) Hgb NEoxigenata (reducedHgb) absoarbe mai multa lumina. In unde infrarosii (940 nm) Hgb Oxigenata (O_2 Hgb) absoarbe mai multa lumina. Rata acestei absorbtii este calculata prin pulsoximetrie, se coreleaza cu SpO_2 si este obtinuta in procente.

SpO_2 este influenta si interpretata eronat in anumite situatii: carboxihemoglobinemie (COHgb), methemohlobinemie (MetHgb), sulfhemoglobinemie, administrarea de albastru de violet, hipotensiune, miscare, lumina puternica, oja inchisa la culoare samd. Saturatia periferica in O_2 (SpO_2) si saturatia arteriala in O_2 (SaO_2) nu sunt identice. Saturatia arteriala in O_2 caculata de co-oximetru foloseste formula: $SaO_2 = O_2Hgb / (O_2Hgb + reduced\ Hgb + COHgb + MetHgb) \times 100$. In cazul in care creste COHgb sau MetHgb, SpO_2 este fals marita.

Saturatia arteriala in O_2 (SaO_2) se coreleaza cu presiune partiala arteriala a O_2 (paO_2) prin curba de disociere a oxihemoglobinei (O_2 Hgb). In mod normal, PaO_2 este 26.7 mmHg daca SaO_2 este 50%. Curba de disociere a O_2 Hgb este deplasata la stanga (creste afinitatea pentru O_2) in caz de alcaloza, hipotermie, scaderea 2,3 difosfoglicerolului (DPG), hemoglobin fetala sau la dreapta (elibereaza mai mult O_2) in caz de acidoza, hipertermie, cresterea 2,3 DPG, sarcina. Se poate aproxima ca PaO_2 este 60 mmHg daca SaO_2 este 92%. Pe de alta parte daca SpO_2 scade sub 92%, corelatia cu SaO_2 nu mai are acuratete (3).

Monitorizarea respiratiei

Monitorizarea respiratiei include metode clinice si paraclinice. Monitorizarea clinica se poate face prin observarea excursiilor toracice, si a rezervorului de oxigen, sau auscultatie. Monitorizarea paraclinica prin masurarea CO_2 si a volumului de gaz expirat este recomandata in timpul anesteziei generale. In timpul ventilatiei controlate alarmele de detectarea a deconectarii de la ventilator trebuie sa fie audibile (4). In cazul anesteziei regionale sau sedarii, monitorizarea clinica a respiratiei este imperativa.

Auscultatia in timpul anesteziei se poate face fie cu stetoscop precordial sau stetoscop esofagian si permite evaluarea atat a respiratiei, cat si a batailor cardiace. Capnografia reprezinta o metoda excelenta de monitorizare respiratorie, cardiovasculara si a aparatului de anestezie (4). Capnografia poate decela initierea respiratiei spontane, obstructia cailor bronsice, incompetenta valvei inspiratorii sau expiratorii, deconectarea de la ventilator. Aparatele de anestezie moderne pot determina prin spirometrie presiunea

in caile aeriene, volumul, debitul, si pot calcula rezistenta, complianta, graficele debit-volum sau presiune-volum. De importanta deosebita sunt presiunea inspiratorie mica sau mare care care poate decela fie deconectare sau respectiv obstructie.

Monitorizarea circulatiei

Fiecare pacient trebuie sa fie monitorizat continuu cu electrocardiograma, tensiunea arteriala trebuie sa fie masurata cel putin la fiecare 5 minute, iar pulsul trebuie evaluat continuu fie prin palpate, auscultatie, presiune arteriala invaziva sau pulsoximetrie (1,2,3,4).

Electrocardiografia permite masurarea ritmului si frecventei cardiace, precum si decelarea ischemiei. Se recomanda ca derivatiile DII si V5 sa fie inregistrate concomitent prin folosirea a 5 electrozi, Daca doar derivatia V5 se foloseste 75% din episoadele ischemice se pot decela, iar daca DII si V5 sunt inregistrate peste 90% din episoadele ischemice se pot observa (3). Exista aparate de monitorizare care analizeaza automat segmentul ST pentru diagnosticul precoce al ischemiei.

Tensiunea arteriala se poate masura ne-invaziv sau invaziv. Tensiunea arteriala ne-invaziva se masoara fie automat prin oscilometrie, sau manual, folosind palparea sau zgomotele Korotkoff. In cazul oscilometriei maxim oscilatiei se obtine la tensiune arteriala medie (MAP). Masurarea ne-invaziva poate da erori in cazul in care manseta tensiometrului are dimensiunea inadecvata: o manseta mare subestimeaza tensiunea arteriala si invers. Tensiunea arteriala invaziva se indica in cazul in care pacientul are boli cardiovasculare, se anticipeaza variatii mari ale tensiunii arteriale intra-operator sau daca este necesara masurarea repetata a gazelor arteriale. Se pot canula artera radiala, brahiala, axilara, femurala sau pedioasa. Pentru interpretarea undei pulsului se foloseste analiza Fourier si se obtine curba presiunii arteriale (4). De importanta deosebita este calibrarea transducerului cu presiunea ambientala la punctul 0: la nivelul atrului stang sau meatului urechii. Schimbarea pozitiei transducerului cu 20 de cm pe vertical va modifica tensiunea arteriala cu 15 mmHg. Cu cat se canuleaza o artera mai periferica cu atat tensiunea arteriala sistolica (SAP) obtinuta este mai mare. MAP se coreleaza de obicei intre diferite artere canulate si cu MAP obtinuta prin masurare ne-invaziva.

Monitorizarea temperaturii

Masurarea temperaturii trebuie sa fie posibila in timpul oricarei anestezii (1,4). Masurarea continua se aplica atunci cand conditiile clinice o impun: pierderi semnificative de temperatura datorita duratei chirurgiei, varstei pa-

cientului (nou-nascuti), sau daca se suspicioneaza hipotermie sau hipertermie (hipertermie maligna). Temperatura centrala scade de obicei cu 1-2°C in primele doua ore de anestezie (faza I), urmata de o scadere mai graduala in urmatoarele trei patru ore (faza a II-a) si se continua cu un platou dupa 5-6 ore (faza a III-a) (4). Redistributia din departamentul central in cel periferic este responsabila in principal de scaderea temperaturii in faza I.

Monitorizarea temperaturii timpanului reflecta cel mai bine temperatura creierului. Probele de temperatura naso-faringiene, esofagiene si din artera pulmonara inregistreaza cu acuratete temperatura centrala. Probele intra-rectale au o latenta de decelare a modificarilor temperaturii centrale. Temperatura masurata axilar nu este o metoda de masurare adecvata a temperaturii centrale.

Monitorizarea hemodinamica

Monitorizarea hemodinamica este foarte complexa si include pe langa electrocardiografie si tensiune arteriala masurarea presiunii venoase centrale, presiunilor in artera pulmonara, debitului cardiac, ecocardiografia.

Canularea unei vene centrale se efectueaza in cazul in care este necesara masurarea presiunii venoase centrale (CVP), cand accesul venos periferic este dificil, cand trebuie administrate substante vasoactive sau cu osmolaritate ridicata, pentru intitiera de pacemaker transvenos, hemodializa, cand exista risc de embolie gazoasa. Se poate aborda vena subclaviculara, jugulara interna, vena femurala, fiecare avand avantaje si dezavantaje. Pozitia cateterului venos central trebuie sa fie jonctiunea dintre vena cava superioara si atriu drept. CVP aproximeaza presiunea in atriu drept. In cazul unui cord sanatos presiunea in atriu stang se coreleaza cu cea din atriu drept si poate fi apreciata prin CVP. Curba CVP corespunde evenimentelor electrice cardiace, iar aritmiile si valvulopatiile pot fi deasemenea dignosticate prin curba CVP.

Cateterizarea arterei pulmonare a fost introdusa in practica clinica de Swan si Ganz pe la 1970 si permite masurarea presiunilor in inima dreapta, in artera si capilarul pulmonar, precum si masurarea debitului cardiac (CO) si a saturatiei venoasa centrale in O_2 (SvO_2). Indicatiile cateterului arterial pulmonar (PAC) includ: boala coronariana, valvulopatiile, insuficienta cardiaca, insuficienta respiratorie acuta, socul, chirurgia cardiaca sau aortica, transplantul de ficat (3). Desi utilizat pe o scara larga in ultimii 30 de ani, are un cost ridicat si a generat multiple controverse in ceea ce priveste utilitatea clinica si siguranta pacientului (5).

Cateterul arterial pulmonar Swan-Ganz poate fi inserat prin venele centrale amintite, insa abordul venei jugulare interne drepte este cel mai frec-

vent folosit, datorita rutei directe spre inima dreapta. Complicatiile cele mai frecvente ale PAC sunt aritmiile, blocul de ramura dreapta, nodurile de cateter, trobo-emboliile, infarctul pulmonar, endocardita infectioasa (3). Cu toate acestea, complicatiile majore asociate cu utilizarea acestui cateter sunt minime 0,1-0,6% (6). Prin masurarea presiunii arteriale pulmonare diastolice (DPAP) si a presiunii de ocluzie pulmonara (PCWP) se poate aprecia presiunea si volumul in atriu si ventriculul stang. Masurarea PCWP trebuie realizata la sfarsitul expirului, atat la pacientul care respira spontan, cat si la cel care este ventilat mecanic. Curba PCWP poate fi folosita pentru diagnosticarea si terapia valvulopatiilor, ischemiei miocardice, pericarditei si tamponadei cardiace (3). Este important de stiut ca utilizarea cateterului Swan-Ganz poate fi marcata de erori in anumite patologii cardiace: disfunctie diastolica, insuficienta aortica, blocul de ramura dreapta, hipertensiunea pulmonara, stenoza mitrala (3,4).

Utilizand presiunile masurate de cateterul Swan-Ganz si debitul cardiac (CO) obtinute prin tehnica termodilutiei se pot calcula mai multi parametri: indexul cardiac, rezistenta vasculara periferica, rezistenta vasculara pulmonara, volumul bataie, indexul volumului bataie, indexul volumului batie pentru inima dreapta si stanga (4). Saturatia venoasa centrala in O_2 (SvO_2) se poate masura folosind PAC care incorporeaza fibre optice, iar avand o linie arteriala se poate obtine SaO_2 . Utilizand ecuatia lui Fick: $SvO_2 = SaO_2 - VO_2 / (Hgb \times 1,39 \times CO)$ se poate calcula consumul de oxigen (VO_2) (3,4). In ecuatia de mai sus CO reprezinta debitul cardiac, iar 1,39 defineste capacitatea Hgb de a transporta O_2 si reprezinta numarul mililitrilor de O_2 transportati de 1 gram de Hgb. Socul este caracterizat prin alterarea echilibrului dintre cantitatea de O_2 distribuita spre tesuturi si cea consumata. O valoare mica a SvO_2 sugereaza diminuarea cantitatii de O_2 transportata spre tesuturi sau o cresterea consumului de O_2 , fara sa precizeze etiologia. Daca SvO_2 scade sub 40% organismul functioneaza in anaerobioza si genereaza acid lactic. O valoare normala sau crescuta a SvO_2 nu echivaleaza cu normalul, intrucat in cazul socului septic sau al insuficientei hepatice, O_2 nu este eliberat la tesuturi datorita ocluziei sistemului circulator capilar (2,3,4). O aplicatie practica a SvO_2 prin corelare cu SpO_2 permite ajustarea ventilatiei mecanice in caz de insuficienta respiratorie acuta in functie de gradul de "sunt" (3).

Ecocardiografia transesofagiana (TEE) este o metoda din ce in ce mai mult utilizata pentru monitorizarea in timp real a debitului cardiac si a functiei cardiace. Datorita avansului tehnologic, dimensiunea transducerului a scazut, se utilizeaza probe flexibile, cu posibilitati de citire in mai multe planuri, care inregistreaza unde continue, color sau pulsatile prin metoda Doppler (2). In 1996 ASA a publicat ghiduri de utilizare a TEE intra-operator

(7), iar in 1999 American Society of Echocardiography (ASE) si Society of Cardiovascular Anesthesiologists (SCA) au publicat ghiduri pentru realizarea examenului TEE intraoperator detaliat in mai multe planuri (8). Diferite studii au relevat ca examenul TEE este superior cateterului Swan-Ganz in ceea ce priveste aprecierea functiei ventricolului stang si a fractiei de ejectie (9). Ecocardiografia este metoda cea mai fidela si rapida de diagnostic a ischemiei cardiace sau emboliei gazoase (4). Masurand velocitatile prin metoda Doppler se poate obtine debitul cardiac si volumul bataie. Indicatiile TEE includ pacientul intubat si instabil hemodinamic, chirurgia valvulara, chirurgia pentru malformatii congenitale de cord, operatiile de anevrism de aorta toracica sau disectii, pericardiotomia (3). Prin metodele de diagnostic TEE medicul de anestezie si terapie intensiva, precum si chirurgul pot imbunatati terapia pacientului si gradul de supravietuire (3).

Debitul cardiac (CO) se poate masura prin mai multe metode: utilizand cateterul Sawan-Ganz prin deja amintita tehnica de termodilutie sau TEE prin masurarea volumului in sistola si diastola si calcularea fractiei de ejectie sau prin determinarea velocitatilor si a ariei valvei aortice care permit calcularea CO. O metoda mai putin utilizata de determinare a debitului cardiac este bio-impedanta toracica (rezistenta toracica pulsabila) care se bazeaza pe modificarile de volum ale cutiei toracice cu bataile cardiace (4). Desi este o metoda neinvaziva, bio-impedanta toracica nu a castigat adepti, tinand cont de erorile care pot surveni utilizand aceasta tehnica (10). O alta metoda, care incepe sa fie mai des utilizata, se bazeaza pe variatiia dinamica a volumului bataie (SW) masurata prin tensiunea arteriala invaziva care permite calcularea debitului cardiac in timp real. Aceasta metoda a fost validata prin comparatie cu tehnica termodilutiei, s-a dovedit a fi similara in acuratete si permite ajustarea fluidelor administrate intraoperator (11). Pentru tehnica SW este esentiala o monitorizare corecta a curbei presiunii arteriale, pacientul trebuie sa fie ventilat mecanic si trebuie luate in considerare varsta, genul, inaltimea si greutatea.

Monitorizarea neuro-musculara

Desi nu face parte din metodele de monitorizare standard, monitorizarea functiei neuro-musculare este foarte raspandita si este indicata in cazul anesteziei generale daca sunt admixtrate paralizante neuro-musculare. Stimularea nervului periferic se foloseste pentru evaluarea gradului de bloc neuro-muscular si depinde de trei factori: curentul aplicat, durata curentului si de pozitia electrozilor (2). Stimulatoarele neuro-musculare periferice pot sa emita curenti de maximum 60-80 mA. Cu toate ca electromiografia este obiectiva si ofera informatii cantitative, observarea tactila sau vizuala

a contractiei musculare este cel mai adesea folosita. Stimularea directa a muschiului trebuie evitata, iar electrozii trebuie plasati pe traiectoria nervilor care stimuleaza muschiul: stimularea nervului ulnar cauzeaza contractia aductorului policelui, iar stimularea nervului facial determina contractia muschiului orbicular (3,4).

Stimularea nervului periferic se poate face utilizand:

- Un *singur "twitch"* sau impuls cu o durata de 0.2 msec
- "*Train-of-four*" (TOF) o serie de patru impulsuri fiecare de 2 msec cu o durata totala de 2 sec si frecventa de 2 Hz
- *Stimularea tetanica* cu un impuls sustinut de 50-100 Hz timp de 5 sec
- *Stimularea "double burst"* dubla si puternica consta in trei scurte (0,2 msec) impulsuri de frecventa ridicata urmate de alte doua impulsuri (DBS3,2) sau trei impulsuri (DBS3,3).

Scaderea amplitudinii sau estomparea "twitch-ului" semnifica bloc neuro-muscular nedepolarizant si este datorata reducerii cantitatii de acetilcolina la nivelul jonctiunii neuro-musculare. Recuperarea clinica adecvata dupa blocante nedepolarizante se coreleaza cu absenta estompării "twitch-ului". Blocul depolarizant (succinilcolina) este caracterizat prin doua faze: faza I in care intaltimea "twitch-ului" este scazuta, inasa nu se observa estomparea la stimulare TOF sau tetanica si faza a II-a in care se manifesta estomparea similar cu blocul nedepolarizant (2,3,4).

Stimularea cu un singur "twitch" este utila daca este comparata cu un "twitch" de control, inainte de administrarea relaxantului neuro-muscular pentru determinarea debutului actiunii relaxante. Stimularea TOF este frecvent folosita ca apreciere vizuala a recuperarii din paralizie musculara: disparitia celui de-al patrulea "twitch" din TOF este echivalenta cu blocarea a 75% din receptorii neuro-musculari, disparitia celui de-al treilea "twitch" reprezinta 80% bloc, iar disparitia celui de-al doilea "twitch" reprezinta 90% bloc. Relaxarea neuro-musculara necesita blocarea a 75-90% din receptori. Stimularea tetanica este un test cu senzitivitate crescuta (4). O contractie musculara sustinuta timp de 5 sec dupa stimularea tetanica indica o recuperare de cele mai multe ori adecvata, inasa nu completa a integritatii neuro-musculare. Daca se aplica o stimulare TOF intr-un interval de 1-2 minute dupa stimularea tetanica, TOF este accentuat in mod fals si fenomenul este denumit facilitare post-tetanica. Stimularea "double burst" se coreleaza cu TOF si este mai usor de detectat tactil sau vizual (2,3,4).

Utilizarea stimulatorilor de nerv periferic este o metoda imperfecta de apreciere a gradului de paraliziei neuro-musculara, care trebuie coroborata cu examinarea clinica: ridicarea capului pentru 5 secunde, forta strangerii de mana, forta negativa inspiratorie samd.

Monitorizarea neurologica

Tehnicele de monitorizare neurologica se impart in doua categorii mai largi: tehnici de evaluare a integritatii metabolice, a oxigenarii globale sau regionale si tehnici de estimare a integritatii functionale (3).

Ecografia Doppler transcraniana (TCD) este o metoda de apreciere a fluxului sanguin cerebral prin masurarea velocitatii sangelui in arterele mari cerebrale (3). TCD este folosit cel mai adesea intraoperator pentru decelarea velocitatii in artera cerebrala medie si este o metoda care poate evalua hipoperfuzia, hiperperfuzia si micro-emboliile cerebrale. Saturatia in O_2 a bulbului jugular ($SjvO_2$) este o metoda de estimare a gradului de extractie a O_2 , reprezentand balanta dintre O_2 transportat spre si consumat de tesuturi. $SjvO_2$ se poate folosi pentru aprecierea perfuziei cerbrale globale, iar valorile normale sunt cuprinse intre 55-75%. Oximetria cerebrala transcraniana ($ScvO_2$) este o tehnica neinvaziva, asemanatoare cu $SjvO_2$ care masoara saturatia in O_2 a tesuturilor de sub senzor (3). Deoarece mai mult de 2/3 din volumul de sange intracerebral este venos, $ScvO_2$ masoara saturatia venoasa locala in O_2 (12). Aceasta metoda este asociata cu un procent mare de rezultate fals pozitive, iar limita minima a $ScvO_2$ acceptabila in randul unei populatii largi de pacienti nu a fost inca stabilita (13).

Electroencefalografia (EEG) este utilizata ocazional in cazul chirurgiei cerebro-vasculare pentru a confirma oxigenarea si functionarea cerebrala adecvata (3,4). EEG consta in inregistrarea potentialelor electrice generate de celulele cortexului cerebral. Frecventa EEG se imparte in unde delta (0-3 Hz), theta (4-7 Hz), alpha (8-13 Hz), si beta (>13 Hz) (2). Acuratetea EEG este diminuata la pacientii care au o istorie de accident vascular cerebral, iar modificarile EEG care acompaniaza ischemia cerebrala pot fi mimate de hipotermie, substante anestezice, dezechilibre electrolitice, hipocapnie marcata (4). Monitorizarea EEG standard utilizeaza sistemul 10-20 international de plasare a electrozilor (3). Studii bine realizate au dovedit ca utilizarea a 2-4 canale este suficienta pentru detectarea ischemiei in cazul chirurgiei de carotida (3, 14). Indexul bispectral (BIS) a fost introdus in 1994 pentru masurarea nivelului de anestezie prin analiza algoritmica a EEG (15). Analiza bispectrala foloseste semnale lineare si non-lineare pe care le introduce in analiza Fourier pentru a obtine BIS. Indexul BIS se raporteaza pe o scala de la 0-100, valori de 40-65 fiind recomandate pentru anestezie generala, iar valori de 65-85 pentru sedare (4). Un review Cochrane din 2007 care a luat in considerare 31 de studii a ajuns la concluzia ca folosirea BIS in limita recomandata pentru anestezie generala (40-60) scade riscul de memorie in timpul anesteziei (16).

Potentialele evocate monitorizeaza activitatea sistemului nervos periferic, asa cum EEG monitorizeaza activitatea sistemului nervos central (4). Indica-tiile inregistrarii potentialelor evocate includ chirurgia spinala si a coloanei vertebrale, chirurgia plexului brahial, chirurgia aortei toracice sau abdomi-nale. Potentiale evocate pot fi:

- Somato-senzitive (SSEP) care reactioneaza la stimulul electric aplicat peste nervul median sau tibial posterior si sunt utilizate in chirurgia spinala si aortica
- Motorii (MEP) care sunt induse de stimuli electrici sau magnetici la nivelul calotei craniene si sunt indicate deasemenea in chirurgia spinala sau aortica
- Auditorii (BAEP) care sunt stimulate de zgomote provocate aproape de urechea externa si sunt folosite in chirurgia fosei posterioare
- Vizuale (VEP) care reactioneaza la stimuli luminosi aplicati la nivelul retinei si sunt rareori utilizate datorita potentialului de eroare.

Potentialele evocate sunt foarte sensibile la efectul inhibitor al substan-telor anestezice. Potentialele evocate care evalueaza activitatea cortexului (SSEP si VEP) sunt cele mai sensibile la actiunea anestezicelor, iar cele care apreciaza activitatea trunchiului cerebral (BAEP) sunt mai rezistente la ac-tiunea substantelor anestezice. MEP sunt abolite daca se utilizeaza para-lizante neuro-musculare, si sunt foarte sensibile la actiunea anestezicelor inhalatorii. In general o anestezie balansata care utilizeaza o combinatie de substante anestezice, cu o concentratie mica si constanta de substante inhalatorii, fara bolusuri de substante hipnotice intravenoase este ideala in cazul monitorizarii potentialelor evocate.

Monitorizarea anestezica in functie de complexitatea chirurgiei si co-morbiditatile pacientului

In cazul *chirurgiei cardio-vasculare* monitorizarea anestezica trebuie sa fie mai complexa. Pe langa monitoarele de rutina pentru aprecierea oxigenarii, ventilatiei, circulatiei si temperaturii se monitorizeaza invaziv tensiunea ar-teriala, debitul cardiac si presiunile la nivelul inimii si circulatiei pulmonare fie cu cateter Swan-Ganz sau TEE, debitul urinar, gazele arteriale, hemo-leucograma, glicemia si indicii de coagulare (3,4). In cazul chirurgiei aortice se recomanda monitorizarea potentialelor evocate SSEP si MEP, iar in cazul chirurgiei arterei carotide monitorizarea EEG sau ecografie TCD. Pentru chi-rurgia *non cardiaca la pacientii cu boli cardiovasculare* s-au stabilit ghiduri de evaluare preoperatorie si terapie de catre American Heart Association (AHA) si American College of Cardiology (ACC) in 2007, ghiduri care au fost revizuite in 2009 (17). Pacientii cu boala cardiaca ischemica, istorie de in-

suficienta cardiaca, diabet zaharat insulino-dependent, insuficienta renala, istorie de accident vascular cerebral au un risc crescut de complicatii cardio-vasculare in timpul chirurgiiei non-cardiace (18) si sunt monitorizati intra-operator aditional metodelor standard cu cateter arterial, uneori inclusiv cu cateter Swan-Ganz sau TEE.

Pentru chirurgia toracica monitorizarea aditionala celei standard este variabila. Foarte frecvent se monitorizeaza tensiunea arteriala invaziv, nu doar pentru estimare hemodinamica, ci si pentru evaluarea gazelor arteriale intraoperator (2). Cateodata este necesara inserarea unui cateter venos central sau Swan-Ganz, in special daca se suspicioneaza insuficienta de inima dreapta si se anticipeaza utilizarea de substante vasoactive. Monitorizarea ventilatiei prin capnografie, volum curent expirat si presiune in caile aeriene este deosebit de importanta in chirurgia toracica (2). Pacientii cu boli respiratorii care au operatii in afara cutiei toracice beneficiaza de asemenea de monitorizare invaziva: cateter arterial, cateter venos central.

In neurochirurgie monitorizarea anestezica trebuie sa include elemente mai complexe decat cea standard. Linia arteriala se indica pentru monitorizarea tensiunii arteriale tinand cont de fluctuatiile care pot sa apara, linia venoasa centrala se recomanda datorita riscului de embolie gazoasa si a potentialului administrarii de substante vasoactive. Foarte frecvent se monitorizeaza presiunea intracraniana (ICP), in special in cazul pacientilor cu traumatisme, tumori intracraniene, hidrocefalie (2). Cateterul de monitorizare ICP se introduce intraventricular de catre neuro-chirurg si se foloseste atat pentru aprecierea ICP (valori normale < 15 mmHg), cat si pentru drenarea lichidului cefalo-rahidian. Ecografia cu TCD permite aprecierea fluxului sanguin, vasospasmului, microemboliilor in chirurgia anevrismelor sub-arahnoidiene. Oxigenarea creierului se poate monitoriza cu un cateter invaziv care poate determina gazele sanguine si temperatura, dar si cu un senzor de monitorizare transcraniana (ScvO₂) in cazul chirurgiei carotidei, anevrismelor rupte sau traumatismelor. Saturatia in O₂ a bulbului jugular (SjvO₂) se poate folosi in chirurgia carotidei pentru estimarea balantei dintre O₂ distribuit spre tesuturi si O₂ consumat. Monitorizarea EEG se foloseste cateodata in chirurgia tumorilor intracraniene, monitorizarea nervilor cranieni in chirurgia fosei posterioare, iar potentialele evocate in chirurgia spinala sau vertebrala (2,3,4).

In cazul chirurgiei pentru transplant de organe solide, monitorizarea anestezica este mai aparte. In chirurgia transplantului renal, pacientii au de cele mai multe ori boli cardio-vasculare asociate si au risc de complicatii post-operatorii (3). Monitorizarea intr-operatorie a acestor pacienti trebuie sa include tensiune arteriala invaziva si cateter venos central pentru ca imu-

nosupresoarele si subtantele vasoactive sa poate fi administrate. Chirurgia transplantului de pancreas este deseori asociata cu transplant de rinichi, intrucat chirurgia de transplant dublu imbunatbeste supravietuirea pacientului (19). Pacientii cu transplant dublu de rinichi-pancreas sunt deseori monitorizati cu TEE sau cateter Swan-Ganz datirata riscului crescut cardio-vacular. Transplantul hepatic este asociat cu instabilitate hemodinamica si tulburari de coagulare intraoperatorii si prin urmare necesita monitorizare invaziva cu cateter arterial, venos central si Swan-Ganz (2). Monitorizarea presiunii in artera pulmonara este recomandata intrucat pacientii cu hipertensiune pulmonara severa au o mortalitae peri-operatorie ridicata dupa transplantul hepatic (20).

Concluzii

Monitorizarea anestezica este din ce in ce mai complexa si necesita o cunoastere adecvata a tehnicilor care sunt la dispozitie pe langa metodele de rutina. Folosirea optima a monitorizarii peri-operatorii de catre medicul anestezist se bazeaza pe discernamantul clinic al acestuia si impune o continua pregatire si informare.

BIBLIOGRAFIE:

1. <http://www.asahq.org/For-Members/Standards-Guidelines-and-Statements.aspx>
2. Barash PG, Cullen BF, Stoelting RK, Cahalan M et al. Clinical Anesthesia, Sixth Edition. Philadelphia: Lippincott Williams Et Wilkins, 2009. Print
3. Miller RD, Eriksson LI, Fleisher LI, et al. Miller's Anesthesia, Seventh Edition. Philadelphia. Churchill Livingstone Elsevier, 2010. Print
4. Morgan G Edward, Mikhail Maged S, Murray Michael J. Clinical Anesthesiology Fourth Edition. McGraw-Hill Companies, 2006. Print
5. Sandham JD, Hull RD, Brant RF, et al. A randomized, controlled trial of the use of pulmonary-artery catheters in high risk surgical patients. N Engl J Med 2003; 348:5-14
6. Roizen MF, Berger DL, Gabel RA, et al. Practice guidelines for pulmonary artery catheterization. An updated report by ASA Task Force on PAC. Anesthesiology 2003; 99:998-1014
7. American Society of Anesthesiologists and Society of Cardiovascular Anesthesiologists Task Force on TEE: Practice guidelines for perioperative transesophageal echocardiography. Anesthesiology 1996; 84:986-1006
8. Shanewise JS, Cheung AT, Aronson S, et al. ASE/SCA guidelines for performing a comprehensive multiplane transesophageal echocardiography examination. Recommendations of the ASE Council for intraoperative TEE and the SCA Task Force for Certification in Perioperative TEE. Anesth Analg 1999; 89:870-884
9. Cheung AT, Savino JS, Weiss SJ, et al. Echocardiographic and hemodynamic indexes of left ventricular preload in patients with normal and abnormal ventricular function. Anesthesiology 1994; 81:376-87
10. Raaijmakers E, Faes TJ, Scholten RJ, et al. A meta-analysis of three decades of validating thoracic impedance cardiography. Crit Care Med 1999; 27:1203-13
11. Marik PE, Cavalazzi R, Vasu T, Hirani A. Dynamic changes in arterial waveform derived variables and fluid responsiveness in mechanically ventilated patients: A systematic review of literature. Crit Care Med 2009; 37:2642-7
12. Madsen PL, Secher NH. Near-infrared oximetry of the brain. Prog Neurobiol 1999; 58:541-560

13. Rigamonti A, Scandroglio M, Minicuci F, Mangrin S, et al. A clinical evaluation of near-infrared cerebral oximetry in the awake patient to monitor cerebral perfusion during carotid endarterectomy. *J Clin Anesth* 2005; 17:426-430
14. Spackman TN, Faust RJ, Cucchiara RF, Sharbrough FW, et al. A comparison of a periodic analysis of the EEG with the standard EEG and cerebral blood flow for detection of ischemia. *Anesthesiology* 1987; 66:229-31
15. Siql JC, Chamoun NG. An introduction o bispectral analysis for the electroencephalogram. *J Clin Monit*. 1994; 10:392-404
16. Punjasawadwong Y, Boonjeungmonkol N, Phongchiewboon A. Bispectral index for improving anaesthetic delivery and postoperative recovery. *Cochrane Database Syst Rev*. 2007; 4:CD003843
17. 2009 ACCF/AHA focused update on perioperative beta blockade incorporated into the ACC/AHA 2007 guidelines on perioperative cardiovascular evaluation and care for noncardiac surgery: a report of the American college of cardiology foundation/American heart association task force on practice guidelines. *Circulation* 2009; 120:169-276
18. Lee TH, Marcantonio ER, Mangione CM, et al. Derivation and prospective validation of a simple index for prediction of cardiac risk of major noncardiac surgery. *Circulation*. 1999; 100:1043-9
19. Reddy KS, Stablein D, Taranto S, Strata RJ, et al. Long term survival following simultaneous kidney-pancreas transplantation versus kidney transplantation alone in patients with type 1 diabetes mellitus and renal failure. *Am J Kidney Dis* 2003; 41:464-70
20. Krowka MJ. Portopulmonary hypertension. *Semin Resp Crit Care Med* 2012; 33:17-25.