

4. Italian Consensus in Neuroradiological Anesthesia (ICONA)

Sinossi a cura di Carlo Alberto Castioni

Anestesia e Terapia Intensiva 2, Ospedale San Giovanni Bosco, Torino

*FONTE: Castioni CA, Amadori A, Bilotta F, Bolzon M, Barboni E, Caricato A, Dall'acqua G, Di Paola F, Forastieri Molinari A, Gritti P, LA Rosa I, Longo M, Maglione C, Martorano P, Munari M, Perotti V, Rasulo F, Ruggiero M, Santoro A, Scudeller L, Tumolo M, Mazzeo AT; SIAARTI Study Group on Neuroanesthesia and Neuroresuscitation, AINR, SARNePI, SINCh. Italian Consensus in Neuroradiological Anesthesia (ICONA). *Minerva Anesthesiol.* 2017 Sep;83(9):956-71.*

Alla redazione del Documento sulla gestione dei pazienti da sottoporre, in elezione o in urgenza, a procedure neuroradiologiche endovascolari per aneurismi intracranici e malformazioni cerebro-vascolari hanno contribuito specialisti di diversa estrazione (neuroanestesisti, anestesisti pediatrici, neuroradiologi interventisti, neurochirurghi e un'esperta di epidemiologia clinica) sia della Società Italiana di Anestesia, Analgesia, Rianimazione e Terapia Intensiva (SIAARTI - Gruppo di Studio su Neuroanestesia e Neurorianimazione), sia di altre Società nazionali (Associazione Italiana di Neuroradiologia Diagnostica e Interventistica, AINR - Società di Anestesia e Rianimazione Neonatale e Pediatrica Italiana, SARNePI - Società Italiana di Neurochirurgia, SINCh). Il *Panel* ha individuato 9 aree chiave di discussione (*open questions*), formulate secondo il format PICO (*Population, Intervention, Control, Outcomes*)⁽¹⁾.

Sulla base delle evidenze disponibili e, laddove assenti, dell'esperienza clinica e delle preferenze personali, sono state condivise per ciascuna area alcune *Consensus statement* – di fatto raccomandazioni di buona pratica cli-

nica – tenendo conto anche della loro fattibilità nelle diversificate realtà del Sistema Sanitario Nazionale e di valutazioni costo-beneficio. Va premesso che, relativamente all'area chiave sui pazienti pediatrici, la qualità delle evidenze raccolte, determinata secondo i criteri della *U.S. Preventive Services Task Force* ⁽²⁾, è risultata perlopiù bassa, al punto che il *Panel*, pur formulando delle dichiarazioni di consenso, ha rinunciato a valutarne il livello di "certezza" e la "forza". Di seguito si riportano in sintesi le principali conclusioni degli esperti sulle nove "questioni aperte" selezionate, rinviando alla lettura integrale del Documento per i necessari approfondimenti.

Monitoraggio neurofisiologico addizionale (Questione 1)

Il monitoraggio addizionale (*IntraOperative Neurophysiological Monitoring*, IONM) va utilizzato per la diagnosi precoce di alterazioni neurofisiologiche intraprocedurale. La raccomandazione poggia su evidenze di qualità moderata ma ha una "forza" di grado B: in altri termini, i benefici del monitoraggio appaiono certi e quindi esso deve essere proposto/reso disponibile.

Lo IONM allerta il *team* operatorio sull'emergenza di alterazioni della funzionalità neurale, conseguenti a possibili eventi emorragici o tromboembolici, consentendo di modificare tempestivamente la strategia operativa per evitare/minimizzare i danni. Da notare che l'attività elettrica neuronale è strettamente correlata al flusso ematico regionale e che esiste una "finestra di opportunità" tra comparsa di alterazioni neuroelettliche e danno irreversibile delle pompe ioniche ⁽³⁾. Più frequentemente si utilizzano i SSEP (*SomatoSensory Evoked Potentials* – potenziali evocati somatosensoriali), eventualmente integrati/sostituiti da elettroencefalografia e/o potenziali evocati uditivi tronco-encefalici.

La scelta del tipo di IONM è ovviamente condizionata dal sito della procedura e dalle relative regioni a rischio. Si consideri inoltre la possibilità di falsi negativi e falsi positivi, correlati anche ai farmaci somministrati e/o ad altri parametri, quali pressione arteriosa, temperatura corporea, glicemia e ventilazione (vedi anche, di seguito, Questioni 2 e 3). Per il monitoraggio neuroprotettivo si utilizza anche la NIRS (*Near InfraRed Spectroscopy* - spettroscopia nel vicino infrarosso) che consente una misurazione in con-

tinuo dell'ossigenazione e del flusso ematico tissutale cerebrale a livello regionale.

Si tratta di una tecnica non invasiva (ossimetria cerebrale transcranica) in grado, ad esempio, di identificare immediatamente l'ipossia da vasospasmo cerebrale ⁽⁴⁾. Tuttavia la sua efficacia in neuroradiologia resta controversa; in assenza di sufficienti evidenze, la raccomandazione è classificata di grado I (*insufficient*), il più basso, e di questo il paziente dovrebbe essere informato per una decisione condivisa ⁽⁵⁾.

Anestesia generale versus sedazione cosciente (Questione 2)

Con una "forza" della raccomandazione di grado C (scelta possibile in casi selezionati e in determinate circostanze), il *Panel* ritiene che la sedazione cosciente (o MAC, *monitored anesthesia care*, ovvero l'associazione di anestesia locale/locoregionale e analgo-sedazione) possa essere un'alternativa all'anestesia generale (AG) soltanto in soggetti accuratamente valutati, in buono stato neurologico e pienamente collaborativi ⁽⁶⁾. Si tratta evidentemente di un'alternativa impegnativa per la quale vanno considerati anche il tipo e la durata della procedura e il "bilanciamento" tra il potenziale rischio di perforazione vascolare a causa di movimenti sempre possibili del paziente e il vantaggio dell'assenza di instabilità emodinamica e della possibilità di un monitoraggio "semplice e immediato" della funzionalità neurologica in ogni fase della procedura. Si consideri, tuttavia, che molti sedativi possono potenzialmente determinare collasso delle vie aeree e depressione respiratoria, evenienze per le quali occorre essere preparati.

Nella tabella I sono elencati i principali vantaggi e svantaggi dell'AG e della sedazione cosciente ⁽⁷⁾. L'AG è ovviamente mandatoria in pazienti in stato confusionale o comunque non collaborativi. Da notare, inoltre, che il paziente in sedazione cosciente ha comunque un certo grado di *discomfort* correlato alla posizione supina protratta, alla sensazione di dolore urente durante l'iniezione del contrasto e alla possibilità di cefalea da distensione o trazione dei vasi cerebrali; il *discomfort* facilmente induce il paziente a movimenti anche minimi, che obbligano a ripetere l'acquisizione delle immagini con conseguente allungamento dei tempi della procedura ⁽⁸⁾.

Anestesia generale	Sedazione cosciente
Vantaggi	
Immobilità del paziente, <i>comfort</i> e analgesia (progressione sicura del catetere endovascolare con rischio ridotto di lesioni vascolari iatrogeniche)	Maggiore stabilità emodinamica
Elevata qualità dell' <i>imaging</i> (riduzione dei tempi della procedura)	Possibilità di neuromonitoraggio intraprocedurale
Controllo dei parametri emodinamici e respiratori con protezione delle vie aeree	Rapido recupero e breve periodo di monitoraggio post-procedura
Svantaggi	
Non possibilità di neuromonitoraggio intraprocedurale	Possibili movimenti del paziente, <i>discomfort</i> e dolore (iniezione contrasto, cefalea da distensione/trazione dei vasi cerebrali) con conseguente scarsa qualità dell' <i>imaging</i> e prolungamento della procedura, oltre che del rischio di lesioni vascolari iatrogeniche durante la progressione del catetere endovascolare
Allungamento dei tempi prima dell'inizio della procedura	Rischio di aspirazione
Instabilità emodinamica	Possibilità di "conversione" urgente ad anestesia generale
Recupero più lento con possibilità di più elevati livelli di intensità delle cure post-procedura	
Complicanze respiratorie correlate all'intubazione	

Tab. 1 - Vantaggi e svantaggi dell'anestesia generale e della sedazione cosciente per le procedure neuradiologiche endovascolari^(7,8).

Anestesia intravenosa versus inalatoria (Questione 3)

Pur in presenza di evidenze globalmente insufficienti a dimostrare la "superiorità" di una modalità rispetto all'altra, gli *statement* condivisi dell'ICONA suggeriscono che l'anestesia intravenosa:

- dovrebbe essere preferita se è disponibile il monitoraggio neurofisiologico (grado B, da proporre/rendere disponibile);
- appare particolarmente appropriata se si sospetta la presenza di ipertensione endocranica (grado C, in casi selezionati e in determinate circostanze).

Le evidenze disponibili indicano infatti che:

- gli anestetici inalatori tendono a ridurre l'ampiezza dei potenziali evocati durante IONM in maniera dose-correlata, mentre l'impatto del propofol è significativamente minore ⁽⁹⁾;
- rispetto agli anestetici inalatori, il propofol tende anche a ridurre la pressione endocranica ⁽¹⁰⁾.

Sono in particolare i SSEP ad essere influenzati da brusche variazioni sia della concentrazione alveolare di anestetici inalatori, che riducono latenza e ampiezza dei potenziali in maniera dose-correlata, sia della pressione endocranica. L'attendibilità dello IONM è dunque di fatto meglio garantita dalla TIVA (*Total IntraVenous Anesthesia*, anestesia totalmente endovenosa) che andrebbe preferita (*gold standard*), laddove appropriata, combinando propofol come ipnotico e remifentanil, sufentanil o ketamina come analgesico ed evitando, se non necessari, i bloccanti neuromuscolari. In ogni caso è fondamentale un dialogo continuo tra neuroanestesista e neuroradiologo interventista ⁽¹¹⁾.

Gestione emodinamica ottimale (Questione 4)

Le evidenze disponibili non consentono di precisare un target ottimale dei valori pressori; si può soltanto genericamente suggerire di mantenerli nel *range* basso-normale rilevato al basale. D'altra parte la pressione sanguigna più appropriata varia durante la procedura neuroradiologica a seconda della fase operativa e/o dell'eventuale comparsa di complicanze. In altri termini, l'anestesista deve modulare i valori pressori "bilanciando" il rischio di un'inadeguata perfusione cerebrale e quello di una possibile emorragia. Da notare, inoltre, che una riduzione della pressione parziale o concentrazione massima della CO₂ a fine espirazione (EtCO₂, *end tidal CO₂*) appare un predittore di *outcome* sfavorevole più attendibile dello stesso decremento > 40% della pressione arteriosa sanguigna media ⁽¹²⁾.

Gestione ottimale del blocco neuromuscolare (Questione 5)

Quando è ritenuta appropriata, la miorisoluzione va di fatto gestita seguendo, in assenza di evidenze specifiche, le linee guida e le raccomandazioni previste per l'anestesia generale (AG), per le quali si rimanda al Documento "Buona Pratica Clinica SIAARTI - Miorisoluzione, monitoraggio neuromuscolare e antagonismo" (Cap. 1). Peraltro la curarizzazione non è di principio mandatoria, ma spesso è richiesta per ottenere l'assoluta immobilità del paziente. Per il *reversal*, analogamente a quanto dimostrato in chirurgia generale e in diverse procedure laparoscopiche, sugammadex appare più efficace e più rapido della neostigmina a tutti i livelli di blocco indotto da rocuronio e vecuronio⁽¹³⁾. Il *reversal* rapido e completo ottenibile con sugammadex consente tra l'altro una valutazione immediata dei risultati, ovvero il riconoscimento di eventuali deficit neurologici.

Gestione della terapia antiaggregante/anticoagulante (Quesito 6)

Mentre è senz'altro appropriato il monitoraggio perioperatorio di un'eventuale terapia anticoagulante (raccomandazione di grado B), è incerta l'efficacia di quello della terapia antiaggregante (raccomandazione di grado C). L'indicazione alla terapia anticoagulante è comune, finalizzata alla prevenzione di complicanze tromboemboliche durante e dopo la procedura neuroradiologica. Si utilizza di solito l'eparina, monitorata con il tempo di coagulazione attivato e prontamente antagonizzata dalla protamina, se necessario (ad esempio per rottura intraprocedurale di aneurisma, *re-bleeding* o dissezione arteriosa). Di meno frequente utilizzo sono gli inibitori diretti della trombina. Da notare, infine, che l'efficacia della terapia antiaggregante piastrinica – indicata, ad esempio, nel caso di posizionamento di protesi endoluminali (*stent/spirali*) – è condizionata non soltanto da dose e *timing* di somministrazione, ma anche da suscettibilità/risposta individuale che, per così dire, ne complica il monitoraggio.

Cateterismo e monitoraggio in pazienti a rischio di ipertensione endocranica da idrocefalo (Quesito 7)

L'unica raccomandazione del documento ICONA di grado A (procedura da

proporre/rendere disponibile per l'elevata certezza che possa offrire un beneficio sostanziale) è quella di posizionare un catetere ventricolare o lombare per monitorare la pressione endocranica e/o drenare il *liquor*. Se il catetere è inserito prima della procedura, si suggerisce di evitare che la pressione endocranica scenda a valori inferiori ai 15 mmHg. Vanno comunque evitate variazioni rapide della pressione (rischio "teorico" di risanguinamento) e/o il drenaggio di quantità eccessive di liquido cerebrospinale. Per prevenire meningiti/ventricoliti, il catetere va rimosso appena possibile, ovvero quando non è più necessario.

Intensità delle cure post-procedura neuroradiologica (Quesito 8)

Pur in presenza di evidenze non robuste (grado C) – ma su questa problematica *trial* clinici sono di fatto impossibili - un monitoraggio continuo dovrebbe essere assicurato almeno per le prime 4 ore e anche dopo una procedura neuroradiologica elettiva e non complicata. Il 70% delle complicanze si manifesta in effetti entro le prime 4 ore ⁽¹⁴⁾. Nei casi "non complicati" può essere adeguata l'osservazione stretta in PACU (*Post-Anesthesia Care Unit*), laddove disponibile, prima del trasferimento nel reparto di degenza ⁽¹⁵⁾. Fattori che correlano invece con l'opportunità di un trasferimento in terapia intensiva sono un'importante emorragia, la rottura dell'aneurisma o la sua complessità morfologica, altre complicanze procedurali, l'ipertensione arteriosa, comorbidità significative, la presenza di deficit neurologici preoperatori e anche il carattere urgente della procedura ⁽¹⁶⁾. Alcune evidenze identificano come ulteriori predittori di complicanze post-procedura il sesso femminile, l'anamnesi positiva per trombofilia, un diametro dell'aneurisma > 2 cm ⁽¹⁷⁾.

Considerazioni per la popolazione pediatrica

Le scarse evidenze disponibili non consentono, come già detto, di formulare raccomandazioni "forti". Il *Panel* ICONA si limita quindi ad alcune direttive (*guidance*), tra le quali si segnalano:

A - Per l'angiografia cerebrale diagnostica:

- l'adeguatezza in genere di un "semplice" accesso venoso periferico;

- la scelta pressoché obbligata per l'AG, salvo casi selezionati di adolescenti collaborativi per i quali può essere presa in considerazione la sedazione cosciente – l'estubazione a paziente ancora anestetizzato (*deep extubation*) evita la tosse;
 - l'importanza di mantenere l'euvolemia per ridurre il rischio di danno renale da mezzo di contrasto;
 - la "non obbligatorietà" della miorisoluzione;
 - l'opportunità di almeno 2 e fino a 6 ore di riposo a letto dopo la rimozione del catetere angiografico;
- B - Per l'angiografia cerebrale terapeutica o l'embolizzazione:*
- l'importanza della massima cura nel posizionamento sul tavolo operatorio e il controllo attento della temperatura per tutta la durata della procedura;
 - la necessità nella maggioranza dei casi dell'AG con miorisoluzione;
 - l'importanza di regolare attentamente e registrare l'infusione della soluzione fisiologica eparinizzata;
 - l'opportunità del monitoraggio diretto (intra-arterioso) della pressione sanguigna ad evitare brusche variazioni che incrementano il rischio di emorragia; il controllo stretto dei valori pressori dovrebbe essere continuato durante la prima notte dopo la procedura, eventualmente mantenendo la sedazione e differendo l'estubazione o anche optando per l'infusione continua di dexmedetomidina dopo l'estubazione: di fatto appare quindi opportuno il ricovero in terapia intensiva per le prime 48 ore ⁽¹⁸⁾;
- C - Per la sicurezza in generale:*
- l'imprescindibile necessità di attrezzature e dispositivi appropriati per le diverse fasce di età della popolazione pediatrica;
 - l'importanza di ridurre al minimo l'esposizione alle radiazioni ionizzanti: si consideri che minore è l'età, maggiore è la sensibilità ai loro effetti nocivi;
 - la necessità, di pari passo con i progressi della tecnologia, di una formazione continua degli specialisti per l'acquisizione delle necessarie conoscenze e abilità specifiche ⁽¹⁹⁾; è fondamentale un approc-

cio multidisciplinare qualificato, di fatto possibile soltanto in Centri con elevato volume di attività, considerando anche che gli effetti della procedura sul parenchima cerebrale circostante differiscono per gravità e sintomatologia nelle varie fasce di età ⁽²⁰⁾.

Specifiche competenze e approccio multidisciplinare sono dunque “prerequisiti” sempre più importanti, e non soltanto nella popolazione pediatrica. Di fatto da più parti si auspica la formazione di una nuova generazione di neuroradiologi e anestesisti “superspecializzati” nelle procedure neuro-radiologiche endovascolari, le cui indicazioni si vanno sempre più allargando. Lo stesso *Panel ICONA* ribadisce nelle conclusioni che la *Consensus* è un primo approccio di collaborazione interdisciplinare alla gestione delle problematiche con cui deve confrontarsi un *team* neuroradiologico e nel contempo dovrebbe rappresentare un precedente per collaborazioni future e continui aggiornamenti delle buone pratiche cliniche, quanto mai necessari in un campo in rapida evoluzione. Senz’altro utile per una approfondita *review* su efficacia e sicurezza delle più avanzate procedure neuroradiologiche endovascolari e una sintesi su aspetti chiave della loro gestione è il recente *Scientific Statement* dell’*American Heart Association* (AHA) ⁽²¹⁾. Il documento dell’AHA - oltre ad una disanima delle “tradizionali” indicazioni neurointerventistiche, prima fra tutte lo *stroke* ischemico acuto (AIS, *acute ischemic stroke*) da occlusione di un grosso vaso arterioso (ELVO, *emergent large vessel occlusion*) – integra interessanti raccomandazioni sul trattamento delle patologie venose intracraniche e sull’embolizzazione di neoplasie cerebrali. Relativamente allo *stroke* ischemico acuto - sul quale è stato pressochè contemporaneamente pubblicato un altrettanto autorevole *Consensus Statement* intersocietaria (ben 12 Società scientifiche canadesi, statunitensi ed europee) ⁽²²⁾ - è interessante la discussione sul *timing* dell’intervento di disostruzione meccanica dell’arteria (MT, *mechanical thrombectomy*, trombectomia meccanica). In accordo con il ben noto aforisma *time is brain*, resta fermo ovviamente il principio di un trattamento il più rapido possibile. L’AHA cita recenti evidenze ^(23,24), che confermano la possibilità di un’estensione della finestra temporale terapeutica oltre le canoniche 4-6 ore dalla comparsa dei sintomi (*last know well/last time seen*

normala) o anche in pazienti in cui non c'è certezza sull'esordio dell'ictus (*wake-up stroke*). In questi casi l'intervento differito fino a 24 ore sarebbe comunque proponibile soltanto in casi selezionati, ovvero in quei soggetti nei quali i dati ottenuti con avanzate tecniche di *imaging* funzionale (MR-DWI/PWI, *magnetic resonance diffusion-weighted imaging and perfusion-weighted imaging*/risonanza magnetica con sequenze pesate in diffusione e perfusione; CTP, *computed tomography perfusion*/ TC perfusionale) dimostrassero che è ancora possibile trarre un sostanziale beneficio dalla disostruzione meccanica in termini di recupero del danno tissutale.

L'incremento delle procedure di MT ha indotto un folto gruppo di Società scientifiche di tutto il mondo a elaborare delle raccomandazioni sugli standard minimi richiesti per l'accreditamento su tre livelli dei vari *Stroke Center* sparsi sul territorio^(25,26). In sintesi, un Centro di Livello 3 non è in grado di offrire il trattamento endovascolare, ma soltanto la fibrinolisi sistemica con attivatore tissutale del plasminogeno umano (t-PA), mentre la MT è disponibile nei Centri di Livello 2 (almeno 50 procedure/anno) e di Livello 3 (almeno 100 procedure/anno). Quest'ultimi sono Centri di eccellenza in grado di assicurare l'intero spettro dei trattamenti neuroendovascolari (*stroke* ischemico, ma anche aneurismi e malformazioni cerebrovascolari, fistole arterovenose, etc.). Il *Panel* mondiale di esperti sottolinea che:

- l'*imaging* avanzato, per selezionare pazienti con possibilità di trattamento oltre le 6 ore dall'esordio dell'AIS, non può ovviamente prescindere dalla disponibilità, "sul posto e H24 per sette giorni a settimana", di personale tecnico e infermieristico con esperienza e competenze specifiche, oltre ovviamente di neuroradiologi in grado di interpretare le immagini;
- neuroradiologo interventista e neuroanestesista con esperienza specifica devono essere sempre disponibili;
- la sala angiografica deve disporre dell'apparecchiature necessarie per l'anestesia generale: va in tal senso considerato che in ogni momento può rendersi necessaria la "conversione" della sedazione cosciente;
- occorre disporre di un impianto angiografico almeno monoplanare, al meglio biplanare, ovviamente a sottrazione digitale di immagine e alta risoluzione per un'adeguata mappatura vascolare; per i Centri di livello

- inferiore è auspicabile la possibilità di teleconsulto qualificato o anche dell'intervento in sede di professionisti con più elevata esperienza;
- è opportuno individuare un soggetto responsabile delle misure di radioprotezione;
 - è fondamentale creare una rete collaborativa tra i vari Centri così da poter offrire al soggetto con AIS il trattamento più appropriato in tempi rapidi, organizzando un eventuale trasferimento preferibilmente in Centri di eccellenza.

In altri termini, si conferma che i costanti progressi della neuroradiologia interventistica sono possibili grazie all'evoluzione tecnologica e all'alleanza scientifica e clinica operativa di radiologi, neurologi, neurochirurghi e anestesisti ⁽²⁷⁻²⁹⁾. La SIAARTI è fortemente impegnata su questa linea di collaborazione interdisciplinare, oltre che sulla formazione continua di neuroanestesisti e neurointensivisti in grado di gestire in maniera appropriata, nell'ambito di un *team* dedicato, i pazienti sottoposti a procedure di neurointerventistica sempre più complesse. In particolare, per l'urgenza, e più in generale per l'area critica, si moltiplicano i corsi ENLS (*Emergency Neurological Life Support*) ⁽³⁰⁾. Va dunque delineandosi di fatto una subspecialità, con *skill* e *tool* specifici per affrontare le specifiche sfide della neuroanestesia in elezione e in emergenza/urgenza ⁽³¹⁾. L'obiettivo prioritario di neuroanestesisti e neurointensivisti è ovviamente la preservazione della funzionalità cerebrale (neuroprotezione) che, nello specifico delle procedure neuroradiologiche endovascolari, si concretizza – così come focalizzato nel documento ICONA - nel/nella:

- mantenimento della stabilità fisiologica;
- "manipolazione" dei parametri emodinamici cerebrali e sistemici per garantire un'adeguata perfusione cerebrale;
- monitoraggio neurofisiologico per cogliere tempestivamente alterazioni neurali indicative di complicanza procedurale (emorragia, ischemia);
- garantire l'immobilità del paziente (gestione della miorisoluzione) per evitare lesioni e ottimizzare la qualità dell'*imaging*;
- gestione della terapia anticoagulante;
- garantire un risveglio dall'anestesia rapido, completo e "senza sforzi" sia


- per evitare stress ed effetti indesiderati sull'emodinamica cerebrale e sistemica, sia per favorire una pronta valutazione neurologica ^(32,33);
- considerare sempre i rischi correlati all'esposizione alle radiazioni;
 - trattamento di eventi neurologici catastrofici intraprocedurali improvvisi e inattesi (ad esempio, emorragia da rottura/perforazione di aneurisma o da dissezione vascolare, eventi tromboembolici, malposizionamento o migrazione di agenti/dispositivi embolizzanti, vasospasmo, allergia o danno renale da mezzo di contrasto) (vedi Box).

Infine, sulla diagnosi e il trattamento delle complicanze intraprocedurali è opportuno segnalare le recenti linee guida della *Society for Neuroscience in Anesthesiology and Critical Care* (SNACC) ⁽³⁴⁾. L'*Education Committee* della Società ha individuato 11 emergenze neuroanestesiologiche (Tab. II), per ciascuna delle quali ha redatto una *checklist* basata sulle evidenze, che è un "libretto di istruzioni" su come agire, ma anche uno strumento per rafforzare la comunicazione tra tutti i membri del *team* e metterli in grado di sapere in ogni momento con precisione quel che occorre fare, quello che è stato fatto e quello che rimane da fare.

BOX

Le "sfide" specifiche per il neuroanestesista/neurointensivista nelle procedure neuroradiologiche endovascolari

- Mantenimento della stabilità fisiologica
- "Manipolazione" dei parametri emodinamici cerebrali e sistemici per garantire un'adeguata perfusione cerebrale
- Monitoraggio neurofisiologico per cogliere tempestivamente alterazioni neurali indicative di complicanza procedurale (emorragia, ischemia)
- Garantire l'immobilità del paziente (gestione della miorsoluzione) per evitare lesioni e ottimizzare la qualità dell'*imaging*
- Gestione della terapia anticoagulante
- Garantire un risveglio dall'anestesia rapido, completo e "senza sforzi" sia per evitare effetti indesiderati sull'emodinamica cerebrale e sistemica, sia per favorire una pronta valutazione neurologica
- Considerare sempre i rischi correlati all'esposizione alle radiazioni
- Trattamento di eventi neurologici catastrofici intraprocedurali improvvisi e inattesi (ad esempio, emorragia da rottura/perforazione di aneurisma o da dissezione vascolare, eventi tromboembolici, malposizionamento o migrazione di agenti/dispositivi embolizzanti, vasospasmo, allergia o danno renale da mezzo di contrasto)

#	Emergenza neuroanestesiologica	Sintomi e segni clinici
1	Stroke ischemico acuto	Alterazione del livello di coscienza (fino alla perdita) e/o deficit neurologico acuto (emiparesi, perdita del <i>visus</i> , disartria, deviazione della rima orale, vertigini, atassia, etc.).
2	Rottura aneurisma in corso di procedura neuroradiologica endovascolare	Stravasamento del mezzo di contrasto all' <i>imaging</i> e/o incremento della pressione endocranica (con ipertensione e bradicardia improvvise).
3	Rottura aneurisma cerebrale in corso di intervento chirurgico	Possibile improvvisa ipertensione seguita da bradicardia/aritmie con <i>bulge</i> /ematoma del cervello o sanguinamento dal sito chirurgico.
4	Iperreflessia autonoma	Episodio ipertensivo fino a possibile crisi ipertensiva con bradicardia riflessa e alterazioni del ritmo cardiaco. Rischio incrementato per lesioni midollari a livello T6 o superiore (con insorgenza dei sintomi a distanza di 2-3 settimane e comunque di regola entro 12 mesi).
5	Emorragia in corso di chirurgia del rachide	Sanguinamento in aumento, ipotensione, tachicardia, oliguria.
6	Risveglio ritardato dall'anestesia dopo craniotomia	Assenza di risveglio o mancato recupero dello stato mentale al basale dopo che sia trascorso il tempo previsto per la risoluzione degli effetti dei farmaci anestetici somministrati.
7	Gestione dell'aumento intraprocedurale della pressione endocranica	Valutazione soggettiva visiva del chirurgo. Iperensione, bradicardia. Alterazioni nel monitoraggio. Evidenza radiologica di edema cerebrale (TC).
8	Perdita dei potenziali evocati in corso di chirurgia del rachide	Valutazione della soglia di allarme. Sono considerati significativi una riduzione di ampiezza dei somatosensoriali >50% e un incremento della loro latenza >10%. Per i potenziali motori è considerato significativo un decremento di ampiezza >80%. 

#	Emergenza neuroanestesiologica	Sintomi e segni clinici
9	Crisi epilettica in corso di craniotomia	Se craniotomia a paziente sveglio: perdita di coscienza, <i>flutter</i> palpebrale, movimenti ripetitivi/ ritmici con <i>jerks</i> della testa o degli arti, rigidità e convulsioni. Se craniotomia in anestesia generale: alterazioni all'elettroencefalogramma e all'elettrocorticografia.
10	Vasospasmo cerebrale	Modificazioni dell'esame neurologico dopo emorragia subaracnoidea, spesso correlate alla pressione arteriosa. Diagnosi con eco-Doppler transcranico o angio-TC.
11	Embolia gassosa venosa	Brusca riduzione della CO ₂ di fine espirazione (<i>end-tidal</i> CO ₂), ipotensione, desaturazione, murmure caratteristico all'esame Doppler (<i>mill-wheel murmur</i>). Dispnea e sforzi respiratori se il paziente è sveglio.

Tab. II – Society for Neuroscience in Anesthesiology and Critical Care (SNACC). Principali emergenze neuroanestesiologiche e loro sintomi e segni d'esordio. Per le relative checklist operative si rimanda al sito della Società. Vedi anche testo e ref. 35.

Tra le 11 *checklist*, disponibili e facilmente accessibili *online* nella sezione *Education* del sito della SNACC (www.snacc.org), vanno citate quella sullo *stroke* ischemico acuto e quelle sulla rottura dell'aneurisma e sull'incremento della pressione endocranica in corso di procedura neuroradiologica endovascolare. Con la doverosa premessa che le *checklist* non sono protocolli che l'anestesista è obbligato a seguire e che la gestione può variare caso per caso sulla base del giudizio clinico dello specialista, alcune delle conclusioni più significative del *Panel* di esperti sono di seguito sintetizzate.

Per lo *stroke* ischemico acuto

A sostanziale parità di efficacia e sicurezza ⁽³⁵⁾, la scelta tra anestesia generale e sedazione cosciente va personalizzata, valutando soprattutto la collaborazione del paziente e la necessità di stabilizzazione/controllo delle vie

aeree. Il reperimento di un acceso arterioso per il monitoraggio della pressione arteriosa non deve ritardare la procedura, considerando anche che sarà il primo step per il neuroradiologo interventista. Va mantenuta la normocapnia, ad evitare vasocostrizione cerebrale, e costantemente monitorati i parametri emodinamici ⁽³⁶⁾. Vanno altresì controllate temperatura (tra 35 e 37 °C) e glicemia (oltre 140-180 mg/dl iniziare insulinoterapia).

Per la rottura intraprocedurale di un aneurisma

Sollevarre il capo di 30° consente di favorire il ritorno venoso dall'encefalo e ridurre la pressione intracranica; va tenuto presente che l'iperventilazione induce ipocapnia e vasocostrizione, per cui riduce la pressione endocranica ma anche la perfusione cerebrale. Va rapidamente antagonizzata l'eparina con protamina, coordinandosi con il neuroradiologo e basandosi sul tempo di coagulazione attivato. Occorre ridurre la pressione endocranica (mannitolo, relativa ipotensione fino al controllo dell'emorragia, valutare "conversione" a TIVA).

In caso di sanguinamento intraprocedurale è necessario, a paziente stabilizzato, ottenere una valutazione TAC e valutare l'indicazione al posizionamento di un monitoraggio di pressione intracranica in accordo con i colleghi neurochirurghi e neuroradiologi.

Per la gestione dell'incremento intraprocedurale della pressione endocranica

È necessario intervenire subito e in maniera "aggressiva". Prioritariamente va stabilizzato il paziente dal punto di vista emodinamico (può essere utile una lieve ipertensione per mantenere un'adeguata perfusione cerebrale) e respiratorio, evitando ipoglicemia e ipertermia. La terapia farmacologica "di base" prevede manitolo, soluzione salina ipertonica. Per favorire il drenaggio venoso, è importante sollevare la testa del paziente, quando possibile, e mantenere il collo in posizione neutra. L'anestesia-analgesia va mantenuta a livelli adeguati di profondità, preferenzialmente con propofol che, inducendo vasocostrizione (al contrario degli anestetici inalatori), favorisce la riduzione della pressione endocranica.

Anche i miorilassanti vanno gestiti con accortezza nei pazienti intubati, prevenendo la tosse. L'iperventilazione – come già ricordato - riduce la pressione intracranica. Il laboratorio può indicare possibili cause metaboliche (iponatremia, insufficienza epatorenale). Oltre alla rottura intraprocedurale dell'aneurisma, si considerino la possibilità di altra emorragia endocranica e di idrocefalo, di trombosi venosa e di insufficienza cardiaca. Occorre comunque prepararsi ad un eventuale drenaggio intraoperatorio del *liquor* (ventricolostomia).

Bibliografia

- 1 Huang X, Lin J, Demner-Fushman D. Evaluation of PICO as a knowledge representation for clinical questions. *AMIA Annu Symp Proc.* 2006;2006:359-63.
- 2 U.S. Preventive Services Task Force. *Grade Definitions.* Grade Definitions After July 2012.
- 3 Branston NM, Symon L, Crockard HA, Pasztor E. Relationship between the cortical evoked potential and local cortical blood flow following acute middle cerebral artery occlusion in the baboon. *Exp Neurol.* 1974;45(2):195-208.
- 4 Rummel C, Zubler C, Schroth G, et al. Monitoring cerebral oxygenation during balloon occlusion with multichannel NIRS. *J Cereb Blood Flow Metab.* 2014;34(2):347-56.
- 5 Mazzeo AT, Di Pasquale R, Settineri N, et al. Usefulness and limits of near infrared spectroscopy monitoring during endovascular neuro-radiologic procedures. *Minerva Anesthesiol.* 2012;78(1):34-45.
- 6 Hassan AE, Akbar U, Chaudhry SA, et al. Rate and prognosis of patients under conscious sedation requiring emergent intubation during neuroendovascular procedures. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2013;34(7):1375-9.
- 7 Anastasian ZH. Anaesthetic management of the patient with acute ischaemic stroke. *Br J Anaesth.* 2014;113 Suppl 2:ii9-16.
- 8 Mascia L, Cappio Borlino S, et al. Anaesthesia for interventional neuroradiology. In: D. Chiu-mello (ed.). *Practical Trends in Anesthesia and Intensive Care 2018; Capitolo 13* (pp. 219-236), Springer 2019.
- 9 Malcharek MJ, Loeffler S, Schiefer D, et al. Transcranial motor evoked potentials during anesthesia with desflurane versus propofol—A prospective randomized trial. *Clin Neurophysiol.* 2015;126(9):1825-32.
- 10 Petersen KD, Landsfeldt U, Cold GE, et al. Intracranial pressure and cerebral hemodynamic in patients with cerebral tumors: a randomized prospective study of patients subjected to craniotomy in propofol-fentanyl, isoflurane-fentanyl, or sevoflurane-fentanyl anesthesia. *Anesthesiology.* 2003;98(2):329-36.
- 11 Nunes RR, Bersot CDA, Garritano JG. Intraoperative neurophysiological monitoring in neuroanesthesia. *Curr Opin Anaesthesiol.*

- 2018;31(5):532-8.
- 12 Takahashi CE, Brambrink AM, Aziz MF, et al. Association of intraprocedural blood pressure and end tidal carbon dioxide with outcome after acute stroke intervention. *Neurocrit Care*. 2014;20(2):202-8.
 - 13 Keating GM. Sugammadex: a review of neuromuscular blockade reversal. *Drugs*. 2016;76(10):1041-52.
 - 14 Arias EJ, Patel B, Cross DT 3rd, et al. Timing and nature of in-house postoperative events following uncomplicated elective endovascular aneurysm treatment. *J Neurosurg*. 2014;121(5):1063-70.
 - 15 Eisen SH, Hindman BJ, Bayman EO, et al. Elective endovascular treatment of unruptured intracranial aneurysms: a management case series of patient outcomes after institutional change to admit patients principally to postanesthesia care unit rather than to intensive care. *Anesth Analg*. 2015;121(1):188-97.
 - 16 Shamim F, Asghar A, Karam K. Frequency of Intensive Care Unit admission after elective interventional neuroradiological procedures under general anesthesia in a tertiary care hospital. *Saudi J Anaesth*. 2015;9(1):23-6.
 - 17 Smith M. Postoperative care after elective endovascular treatment of unruptured intracranial aneurysms: where matters less than what. *Anesth Analg*. 2015;121(1):17-9.
 - 18 Zheng T, Wang QJ, Liu YQ, et al. Clinical features and endovascular treatment of intracranial arteriovenous malformations in pediatric patients. *Childs Nerv Syst*. 2014;30(4):647-53.
 - 19 G Soriano S. Not just neuroanesthesia, but pediatric neuroanesthesia! *Paediatr Anaesth*. 2014;24(7):645-6.
 - 20 Raccomandazioni SIAARTI-SARNePI. Raccomandazioni clinico-organizzative SIAARTI-SARNePI per l'anestesia in età pediatrica. Versione 01 - Pubblicato il 4 marzo 2019. Linee guida trattamento intensivo del trauma cranico pediatrico severo. Versione 01 - Pubblicato il 30 maggio 2019.
 - 21 Eskey CJ, Meyers PM, Nguyen TN, et al; American Heart Association Council on Cardiovascular Radiology and Intervention and Stroke Council. Indications for the performance of intracranial endovascular neurointerventional procedures: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*. 2018;137(21):e661-e689.
 - 22 From the American Association of Neurological Surgeons (AANS), American Society of Neuroradiology (ASNR), Cardiovascular and Interventional Radiology Society of Europe (CIRSE), Canadian Interventional Radiology Association (CIRA), Congress of Neurological Surgeons (CNS), European Society of Minimally Invasive Neurological Therapy (ESMINT), European Society of Neuroradiology (ESNR), European Stroke Organization (ESO), Society for Cardiovascular Angiography and Interventions (SCAI), Society of Interventional Radiology (SIR), Society of NeuroInterventional Surgery (SNIS), and World Stroke Organization (WSO), Sacks D, Baxter B, Campbell BCV, et al. Multisociety Consensus quality improvement revised consensus statement for endovascular therapy of acute ischemic stroke. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2018;39(6):E61-E76.
 - 23 Bhuvu P, Yoo AJ, Jadhav AP, et al; DAWN Trial Investigators. Noncontrast computed tomography Alberta Stroke Program Early CT Score may modify intra-arterial treatment effect in DAWN. *Stroke*. 2019;50(9):2404-12.
 - 24 Sheinberg DL, McCarthy DJ, Peterson EC, Starke RM. DEFUSE-3 Trial: reinforcing evidence for extended endovascular intervention time window for ischemic stroke. *World Neurosurg*. 2018;112:275-6.
 - 25 Jansen O, Szikora I, Causin F, et al. Standards of practice in interventional neuroradiology. *Neuroradiology*. 2017;59(6):541-4.
 - 26 Pierot L, Jayaraman MV, Szikora I, et al; Asian-Australian Federation of Interventional and Therapeutic Neuroradiology (AAFITN), Australasian and New Zealand Society of Neuroradiology (ANZSNR), American Society of Neuroradiology (ASNR), Canadian Society of Neuroradiology (CSNR), European Society of Minimally Invasive Neurological Therapy (ESMINT), European Society of Neuroradiology (ESNR), European Stroke Organization (ESO), Japanese Society for NeuroEndovascular Therapy (JSNET), The French Society of Neuroradiology (SFNR) Ibero-Latin American

- Society of Diagnostic and Therapeutic Neuroradiology (SILAN), Society of NeuroInterventional Surgery (SNIS), Society of Vascular and Interventional Neurology (SVIN), World Stroke Organization (WSO), World Federation of Interventional Neuroradiology (WFITN). Standards of practice in acute ischemic stroke intervention: international recommendations. *J Neurointerv Surg*. 2018;10(11):1121-6.
- 27 Schwartz AE. Anesthesia for endovascular neuroradiology: accepting the challenge. *Minerva Anesthesiol*. 2017;83(9):899-900.
- 28 Mazzeo AT, Battaglini I, Brazzi L, Mascia L. The link between anesthesiology and neurology: a mindful cooperation to improve brain protection. *Minerva Anesthesiol*. 2017;83(1):69-78.
- 29 Bruder N, Boussen S, Velly L. Development of neurocritical care: enhanced neuromonitoring or better specialists' cooperation? *Minerva Anesthesiol*. 2017;83(1):9-11.
- 30 Smith WS, Weingart S. Emergency Neurological Life Support (ENLS): what to do in the first hour of a neurological emergency. *Neurocrit Care*. 2012;17 Suppl 1:S1-3.
- 31 Wijdicks EF, Menon DK, Smith M. Ten things you need to know to practice neurological critical care. *Intensive Care Med*. 2015;41(2):318-21.
- 32 Varma MK, Price K, Jayakrishnan V, et al. Anaesthetic considerations for interventional neuroradiology. *Br J Anaesth*. 2007;99(1):75-85.
- 33 Joung KW, Yang KH, Shin WJ, et al. Anesthetic consideration for neurointerventional procedures. *Neurointervention*. 2014;9(2):72-7.
- 34 Hoefnagel AL, Rajan S, Martin A, et al. Cognitive aids for the diagnosis and treatment of neuroanesthetic emergencies: Consensus guidelines on behalf of the Society for Neuroscience in Anesthesiology and Critical Care (SNACC) Education Committee. *J Neurosurg Anesthesiol*. 2019;31(1):7-17.
- 35 Sørensen LH, Speiser L, Karabegovic S, et al. Safety and quality of endovascular therapy under general anesthesia and conscious sedation are comparable: results from the GOLIATH trial. *J Neurointerv Surg*. 2019;11(11):1070-2.
- 36 Alcaraz G, Chui J, Schaafsma J, et al. Hemodynamic management of patients during endovascular treatment of acute ischemic stroke under conscious sedation: a retrospective cohort study. *J Neurosurg Anesthesiol*. 2019;31(3):299-305.