

APPROPRIATEZZA CLINICA NEL MONITORAGGIO DELLA PROFONDITÀ DELL'ANESTESIA IN SALA OPERATORIA E DELLA SEDAZIONE IN TERAPIA INTENSIVA

Versione 1.2 del 30/12/2025

Società scientifiche coinvolte





COMPOSIZIONE GRUPPO DI SVILUPPO

DEFINIZIONE DEL GRUPPO DI SVILUPPO

La solidità metodologica delle presenti Raccomandazioni si fonda su un processo di sviluppo rigoroso, condotto in conformità al Manuale metodologico per la produzione di RBPCA consensus-based. La piena aderenza a tali standard ha rappresentato il criterio guida per la costituzione del Gruppo di sviluppo, assicurandone qualificazione scientifica, multidisciplinarietà e multiprofessionalità. I membri del Gruppo sono stati individuati dal Consiglio Direttivo SIAARTI (Società Italiana di Anestesia Analgesia Rianimazione e Terapia Intensiva) sulla base di una comprovata esperienza clinica e di produzione scientifica specifica nel campo del monitoraggio elettroencefalografico processato, con l'obiettivo di garantire un elevato livello di competenza e un'adeguata rappresentatività delle professionalità coinvolte. In questa prospettiva, il Gruppo di sviluppo è stato composto prevalentemente da medici anestesisti-rianimatori con specifiche competenze nel neuromonitoraggio del paziente sottoposto ad anestesia generale e/o critico, sia adulto che pediatrico. Contestualmente, si è posta attenzione a garantire un'adeguata rappresentatività del territorio nazionale e un equilibrio di genere, in linea con i requisiti di inclusività e rappresentatività previsti dal Manuale metodologico.

In assenza di associazioni specifiche di pazienti in ambito anestesilogico o di terapia intensiva, il processo ha previsto il coinvolgimento diretto nel Gruppo di scrittura di un referente di Cittadinanzattiva, in qualità di rappresentante dei cittadini. Il suo ruolo non è stato quello di contribuire all'elaborazione dei contenuti clinici delle raccomandazioni né all'interpretazione delle evidenze, ma di partecipare alle discussioni del Gruppo di scrittura – dallo scoping workshop fino alla stesura dei razionali – al fine di valutare e garantire che i contenuti fossero coerenti con i bisogni e le priorità dei cittadini. Proprio per questa ragione, trattandosi di contenuti prettamente clinici, il referente di Cittadinanzattiva non ha partecipato alla votazione sulla priorità delle macroaree tematiche, non disponendo delle competenze cliniche necessarie per esprimere un giudizio in tal senso; al contrario, il suo contributo è stato centrale nel vigilare sulla coerenza del documento con le esigenze della cittadinanza e sulla sua fruibilità dal punto di vista della persona assistita.

Inoltre, per garantire l'approccio multiprofessionale previsto dal Manuale, sono stati coinvolti gli Infermieri di Terapia Intensiva tramite la loro associazione scientifica di riferimento (ANIARTI – Associazione Nazionale Infermieri di Anestesia Rianimazione e Terapia Intensiva). ANIARTI non ha fatto parte del Gruppo di scrittura, ma ha partecipato nel panel di esperti, offrendo la propria prospettiva professionale nella fase di valutazione degli statement. Pur essendo il documento primariamente indirizzato ai medici anestesisti-rianimatori, la presenza integrata delle componenti cliniche, infermieristiche e civiche ha garantito che il presente documento di RBPCA risulti realistico, implementabile e sensibile alle esigenze sia dei clinici sia della cittadinanza.

COORDINATORE

Stefano Romagnoli, Laurea in Medicina e Chirurgia, Specializzazione in Anestesia, Rianimazione, Terapia Intensiva e del Dolore; Dipartimento di Anestesia e Rianimazione, Azienda Ospedaliero-Universitaria Careggi, Firenze; Scuola di Specializzazione in Anestesia, Rianimazione, Terapia Intensiva e del Dolore, Università di Firenze; SODc Anestesia Oncologica e Terapia Intensiva, Azienda Ospedaliero-Universitaria Careggi, Firenze;

GRUPPO DI SCRITTURA

Francesco Barbani, Laurea in Medicina e Chirurgia, Specializzazione in Anestesia, Rianimazione, Terapia Intensiva e del Dolore; SODc Anestesia e Rianimazione, Dipartimento di Anestesia e Rianimazione, Azienda Ospedaliero Universitaria Careggi, Firenze;

Carla Carozzi, Laurea in Medicina e Chirurgia, Specializzazione in Anestesia e Rianimazione; Unità Operativa, struttura ospedaliera e città (in italiano): SC Terapia Intensiva I- Neuroanestesia e Rianimazione. IRCCS Istituto Neurologico "Carlo Besta" Milano, Via Celoria 11, 20133 Milano;

Anselmo Caricato, Laurea in Medicina e Chirurgia, Specializzazione in Anestesia e Rianimazione; UOSD Terapia Intensiva Neurochirurgica, Fondazione Policlinico Universitario IRCCS "A. Gemelli", Roma;

Tiziana Nicoletti, Laurea in Giurisprudenza; Coordinamento nazionale Associazioni Malati cronici e rari di Cittadinanzattiva; Rappresentanti di cittadini;

Frank Rasulo, Laurea in Medicina e Chirurgia, Specializzazione in Anestesia e Rianimazione; Dipartimento di Specialità Medico-Chirurgiche, Scienze Radiologiche e Sanità Pubblica, Scuola di Specializzazione in Anestesia, Rianimazione, Terapia Intensiva e del Dolore, Università di Brescia Università degli Studi di Brescia; Struttura Complessa di Anestesia e Rianimazione ad indirizzo Neuroranimatorio, ASST degli Spedali Civili di Brescia, Brescia;

Zaccaria Ricci, Laurea in Medicina e Chirurgia, Specializzazione in Anestesia e Rianimazione; Unità di Anestesia e Rianimazione AOU Meyer, Firenze

Chiara Robba, Laurea in Medicina e Chirurgia, Specializzazione in Anestesia, Rianimazione, Terapia Intensiva e del dolore; Clinica Anestesiologica e Terapia Intensiva, IRCCS Policlinico San Martino, Genova;

Maria Vargas, Laurea in medicina e chirurgia, Specializzazione in Anestesia rianimazione e terapia antalgica; UOC Anestesia rianimazione e terapia del dolore, AOU Policlinico Federico II, Università degli Studi di Napoli Federico II, Napoli,

Carlo Alberto Volta, Laurea in Medicina e Chirurgia, Specializzazione in Anestesia e Rianimazione; UOC Anestesia e Rianimazione, Ospedale S. Anna, Cona Ferrara;

GRUPPO DI ESPERTI

Francesca Angelelli, Laurea Magistrale in Scienze Infermieristiche ed Ostetriche; UOC chirurgia toracica, pneumologia e pneumologia interventistica, Fondazione Policlinico Universitario Agostino Gemelli IRCCS, Roma

Raffaele Aspide, Laurea in Medicina e Chirurgia, Specializzazione in Anestesia, Rianimazione e Terapia del dolore; IRCCS Istituto delle Scienze Neurologiche di Bologna - UOC Anestesia e Rianimazione, Bologna;

Rita Bertuetti, Laurea in Medicina e Chirurgia, Specializzazione in Anestesia e Rianimazione, Anestesia e Rianimazione a Indirizzo Neuroranimatorio, ASST Spedali Civili di Brescia, Brescia;

Daniele G. Biasucci, Laurea in medicina e chirurgia, Specializzazione in Anestesia, Rianimazione; Dipartimento di Scienze Cliniche e Medicina Traslazionale, Università degli Studi di Roma "Tor Vergata", Roma;

Elena G. Bignami, Laurea in medicina e chirurgia, Specializzazione in Anestesia, Rianimazione; UOC 2 Anestesia e Rianimazione- AOU Parma, Parma; UOC 2 Anestesia e Rianimazione – AOU Parma; Scuola di Specializzazione in Anestesia Rianimazione e Terapia Intensiva e del Dolore; Dipartimento di Medicina e Chirurgia, Università degli studi di Parma;

Andrea Bruni, Laurea in Medicina e Chirurgia, Specializzazione in Anestesia, Rianimazione Terapia Intensiva e del Dolore; UOC Terapia Intensiva e anestesiologia, Azienda Ospedaliera di Cosenza "SS. Annunziata" ; Dipartimento di Farmacia, Scienze della Salute e della Nutrizione, Università della Calabria, Cosenza;

Gianmaria Cammarota, Laurea in Medicina e Chirurgia, Specializzazione in Anestesia, Rianimazione, Terapia Intensiva e del Dolore; Anestesia e Rianimazione Generale, Azienda Ospedaliero-Universitaria di Alessandria, Alessandria; Dipartimento di Medicina Traslazionale, Università degli Studi del Piemonte Orientale, Novara;

Edoardo De Robertis, Laurea in Medicina e Chirurgia, Specializzazione in Anestesia e Rianimazione; Dipartimento di Medicina e Chirurgia - Università degli Studi di Perugia - SC Anestesia e Rianimazione Ospedale S. Maria della Misericordia, Perugia;

Paolo Gritti, Laurea in Medicina e Chirurgia, Specializzazione in Anestesia e Rianimazione; Dipartimento di Anestesia e Rianimazione, ASST Papa Giovanni di Bergamo, Bergamo;



Annachiara Marra, Laurea Magistrale in Medicina e Chirurgia, Specializzazione in Anestesia e Rianimazione; Dipartimento di Neuroscienze e Scienze Riproduttive ed Odontostomatologiche, Università degli Studi di Napoli, Napoli;

Francesca Martinelli, Laurea in Medicina e Chirurgia, Specializzazione in Anestesia, Rianimazione e Terapia Antalgica; U.O.C Anestesia e Rianimazione del P.O. di Livorno ATNO (Azienda Toscana Nord Ovest);

Lucia Mirabella, Laurea in Medicina e Chirurgia, Specializzazione in Anestesia e Rianimazione; Unità Operativa: S.C Anestesia e Rianimazione, Dipartimento di Scienze Mediche e Chirurgiche, Università di Foggia;

Roberta Monzani, Laurea in Medicina e Chirurgia, specializzazione in Anestesia e Terapia Intensiva; Dipartimento di Anestesia e terapia Intensiva Humanitas Research Hospital, Milano;

Federico Piccioni, Laurea in Medicina e Chirurgia, Specializzazione in Anestesia e Rianimazione; Unità Operativa di Anestesia e Medicina Perioperatoria, IRCCS Humanitas Research Hospital, Rozzano – MI;

Filippo Sanfilippo, Laurea in Medicina e Chirurgia, Specializzazione in Anestesia e Rianimazione; Dipartimento di Chirurgia Generale e Specialità Medico-Chirurgiche, Sezione di Anestesia e Terapia Intensiva, Università degli Studi di Catania, Catania; A.O.U. Policlinico G Rodolico – San Marco, Catania;

METODOLOGO

Andrea Cortegiani, Laurea Magistrale in Medicina e Chirurgia, Specializzazione in Anestesia e Rianimazione; Dipartimento di Discipline di Medicina di Precisione in Area Medica Chirurgica e Critica. Università degli Studi di Palermo. UOC Anestesia Rianimazione e Terapia Intensiva. AOU Policlinico Paolo Giaccone, Palermo;

LITERATURE SEARCH SPECIALISTS

Giulia Catalisano, Laurea Magistrale in Medicina e Chirurgia, Specializzazione in Anestesia e Rianimazione; Dipartimento di Discipline di Medicina di Precisione in Area Medica Chirurgica e Critica. Università degli Studi di Palermo. UOC Anestesia Rianimazione e Terapia Intensiva. AOU Policlinico Paolo Giaccone, Palermo;

Luigi Cardia, Laurea in Medicina e Chirurgia, Specializzazione in Anestesia, Rianimazione, Terapia Intensiva e del Dolore; Unità Operativa, struttura ospedaliera e città: U.O.S. "Internazionalizzazione e Ricerca" Azienda Ospedaliera Universitaria "G. Martino" – Dipartimento di Patologia Umana dell'Adulto e dell'Età Evolutiva "G. Barresi" Università degli Studi di Messina – Messina;

Vincenzo F. Tripodi, Laurea Magistrale in Medicina e Chirurgia, Specializzazione in Anestesia e Rianimazione; U.O.C. Servizio di Anestesia, Azienda Ospedaliera Universitaria Gaetano Martino, Messina;

REVISORI ESTERNI

Carlo Alberto Castioni, Laurea in Medicina e Chirurgia, Specializzazione in Anestesia e Rianimazione; U.O.C. Anestesia e Rianimazione, IRCCS - ISNB Ospedale Bellaria, AUSL Bologna;

Guglielmo Imbriaco, Laurea magistrale in scienze infermieristiche e ostetriche; Centrale Operativa 118 Emilia Est, Azienda USL di Bologna, Bologna

Luca Longhi, Laurea in Medicina e Chirurgia, Specializzazione in Anestesia e Rianimazione; Azienda Socio Sanitaria Territoriale Papa Giovanni XXIII, Bergamo;

ELENCO DELLE RACCOMANDAZIONI

STATEMENT	VOTAZIONE
MACROAREA TEMATICA 1 - Tecnologia EEG e pEEG	
1.1 Il panel ritiene che il monitoraggio pEEG sia validato come indice di profondità correlato all'anestesia quando vengono utilizzati i comuni farmaci dell'anestesia generale (alogenati, GABA-ergici), ad esclusione della ketamina, del protossido d'azoto e della dexmedetomidina, e quando sono garantite le condizioni di omeostasi e adeguatezza della perfusione cerebrale (e.g. temperatura, DO ₂ cerebrale, glicemia)	Esito: Mediana 8 IQR 7–9 Accordo 100%
1.2 Il panel ritiene che il monitoraggio pEEG sia utile anche quando vengono impiegati farmaci ipnotici o sedativi non GABA-ergici (ketamina, protossido d'azoto, dexmedetomidina), tenendo presente e considerando le diverse e specifiche modificazioni dell'EEG ed i differenti meccanismi di perdita di coscienza o sedazione, che si differenziano sostanzialmente da quanto deriva dei farmaci alogenati e GABA-ergici.	Esito: Mediana 7 IQR 7–9 Accordo 100%
1.3 Il panel consiglia che i clinici abbiano conoscenza del significato di tutti i parametri del proprio sistema di monitoraggio EEG/pEEG, delle modalità di acquisizione dei segnali e di elaborazione di tutti i parametri derivati (traccia EEG grezza, EMG, qualità del segnale, indice numerico, incluso il tempo medio di elaborazione del segnale), percentuale o rapporto di soppressione, spettrogramma dell'EEG).	Esito: Mediana 9 IQR 7–9 Accordo 100%
1.4 Il panel ritiene ragionevole che l'indice numerico dei pEEG debba essere interpretato criticamente in base alla lettura delle forme d'onda EEG e agli altri parametri forniti dal pEEG (EMG, qualità del segnale, BS, DSA).	Esito: Mediana 9 IQR 7–9 Accordo 100%
MACROAREA TEMATICA 2 - pEEG in anestesia nel paziente adulto	
2.1 Il panel ritiene che sia appropriato l'utilizzo di un sistema pEEG durante l'anestesia generale con miyorisoluzione al fine di ridurre il rischio di awareness (risveglio intraoperatorio con o senza recall).	Esito: Mediana 9 IQR 7–9 Accordo 100%
2.2 Il panel ritiene che sia consigliato utilizzare un sistema pEEG durante l'anestesia generale con o senza miyorisoluzione al fine di ridurre il rischio di sovradosaggio dei farmaci ipnotici e i pattern EEG di burst-suppression e soppressione al fine di ridurre il rischio di generare instabilità emodinamica (ipotensione arteriosa/ipoperfusione sistemica) e le conseguenze da esso derivate oltre al rischio di delirium e incremento del rischio di declino neuro-cognitivo post-operatorio.	Esito: Mediana 9 IQR 7–9 Accordo 100%
2.3 Il panel ritiene appropriata l'osservazione continua delle tracce grezze EEG e i parametri da esse derivati (DSA, BS/BSr, EMG, asimmetria, SEF) al fine di identificare rapidamente i cambiamenti dei pattern EEG, identificare eventuali artefatti ed avere un quadro completo dell'attività corticale frontale mono o bi-laterale.	Esito: Mediana 8 IQR 7–9 Accordo 100%
MACROAREA TEMATICA 3 - pEEG in anestesia nel paziente pediatrico	
3.1 Il panel ritiene che l'uso di un sistema pEEG durante l'anestesia generale pediatrica con o senza miyorisoluzione sia utile al fine di ridurre il rischio di BS e la dose dei farmaci anestetici generali che in questa categoria di pazienti si associa a delirium al risveglio (c.d. emergence delirium).	Esito: Mediana 8 IQR 7–9 Accordo 100%
3.2 Il panel ritiene che possa esserci un utilizzo differenziato in pazienti di età superiore o inferiore a 10 anni. Per i pazienti di età superiore a 10 anni l'utilizzo del pEEG è assimilabile, per sviluppo neurofisiologico, a quello del paziente adulto. Per i pazienti con età inferiore a 10 anni può rendersi necessario l'uso di sensori pediatrici, l'utilizzo di algoritmi dedicati per l'analisi e la processazione della traccia grezza e degli altri parametri derivati (vedi statement 3).	Esito: Mediana 8 IQR 7–9 Accordo 100%



3.3 Il panel ritiene fondamentale nel paziente pediatrico, specie per le età al di sotto di 10 anni, l'osservazione continua delle tracce grezze EEG e i parametri da esse derivati (DSA, BS, BSr, EMG, asimmetria, SEF) al fine di identificare rapidamente i cambiamenti dei pattern EEG, identificare eventuali artefatti ed avere un quadro completo dell'attività corticale frontale.	Esito: Mediana 9 IQR 7-9 Accordo 100%
MACROAREA TEMATICA 4 - pEEG in terapia intensiva adulta e pediatrica	
4.1 Il panel di esperti ritiene che sia ragionevole utilizzare un sistema pEEG nei pazienti che richiedono sedazione ad un livello di Richmond Agitation Sedation Scale (RASS) di ≤ -3 , con o senza miorisoluzione, al fine di ridurre il rischio di sovradosaggio dei farmaci ipnotici e i pattern pEEG di BS e per ridurre il rischio di generare o peggiorare instabilità emodinamica (ipotensione arteriosa/ipoperfusione sistemica) e le conseguenze da esso derivate (e.g. delirium, incremento del numero di giorni in ventilazione meccanica, incremento della permanenza in terapia intensiva e in ospedale).	Esito: Mediana 9 IQR 7-9 Accordo 92,9%
4.2 Il panel di esperti consiglia l'osservazione continua delle tracce grezze pEEG e i parametri da esse derivati (DSA, BS/BSr, EMG, asimmetria, SEF) al fine di identificare rapidamente i cambiamenti dei pattern pEEG e di identificare la presenza di eventuali artefatti e per di ridurre il rischio di sovradosaggio dei farmaci ipnotici e i pattern EEG di burst-suppression e soppressione al fine di ridurre il rischio di generare instabilità emodinamica (ipotensione arteriosa/ipoperfusione) e le conseguenze da esso derivate oltre al rischio di delirium.	Esito: Mediana 9 IQR 7-9 Accordo 100%
4.3 Il panel di esperti consiglia l'implementazione di corsi di formazione specifici per medici anestesisti ed intensivisti, volti a sviluppare competenze solide ed eventualmente avanzate nell'utilizzo dell'EEG grezzo e i parametri da esso derivati (DSA, BS/BSr, EMG, asimmetria, SEF). La formazione strutturata su questa tecnologia è ritenuta essenziale per ottimizzare la gestione dei pazienti critici e migliorare gli standard di cura in terapia intensiva.	Esito: Mediana 9 IQR 7-9 Accordo 100%
MACROAREA TEMATICA 5 - Artefatti	
5.1 Il panel suggerisce che l'anestesista abbia familiarità con i principali artefatti del tracciato pEEG. Essi possono essere classificati come provenienti dall'ambiente esterno al paziente (e.g. sistemi di riscaldamento del paziente, elettrobisturi) o dall'attività elettrica del paziente non proveniente dal tessuto cerebrale (artefatti muscolari, ECG)	Esito: Mediana 9 IQR 7-9 Accordo 100%
5.2 Il panel suggerisce che si debba sempre verificare che l'indice di ipnosi del pEEG sia compatibile con 1. gli altri parametri forniti dal pEEG, 2. la condizione clinica del paziente (e.g. emodinamica e perfusione cerebrale), 3. la dose e la tipologia dei sedativi somministrati, 4. il grado di stimolazione cui il paziente è sottoposto, 5. la traccia dell'EEG grezzo	Esito: Mediana 9 IQR 7-9 Accordo 100%
MACROAREA TEMATICA 6 - pEEG ed outcome neurologici ed emodinamici	
6.1 Il panel suggerisce di utilizzare un sistema di monitoraggio di pEEG nel paziente in sala operatoria e in terapia intensiva, al fine di ridurre il rischio di sotto-dosaggio farmacologico (per evitare fenomeni di awareness) e di ridurre la durata degli eventuali periodi di BS e di sovra-dosaggio.	Esito: Mediana 9 IQR 7-9 Accordo 100%
6.2 Il panel suggerisce di monitorare e ottimizzare la profondità dell'anestesia per titolare le dosi dei farmaci anestetici e ridurre gli effetti collaterali emodinamici. Questo al fine di evitare fenomeni di BS e ridurre il rischio di delirium post-operatorio e altre complicanze (e.g. AKI, MINS, disturbi/declino cognitivo); la riduzione della potenza delle onde alfa riportate nel DSA può aiutare nell'individuare i pazienti più fragili e/o vulnerabili dal punto di vista neurologico.	Esito: Mediana 9 IQR 7-9 Accordo 100%
6.3 Il panel suggerisce di utilizzare il monitoraggio pEEG con lo scopo di limitare gli effetti emodinamici dei farmaci dell'anestesia, riducendo il rischio di ipoperfusione cerebrale e sistemica, delirium e complicanze cerebrali post-operatorie.	Esito: Mediana 8 IQR 7-9 Accordo 100%

INDICE

02	COMPOSIZIONE GRUPPO DI SVILUPPO
04	ELENCO DELLE RACCOMANDAZIONI
06	INDICE
07	INTRODUZIONE
07	ABBREVIAZIONI
08	OBIETTIVI, AMBITI DI APPLICAZIONE DELLE RBPCA E COINVOLGIMENTO DEGLI STAKEHOLDER
09	GRUPPO DI SVILUPPO
10	METODOLOGIA
15	APPLICABILITÀ
15	AGGIORNAMENTO
15	INDIPENDENZA EDITORIALE E ALTRE DICHIARAZIONI
16	TABELLA STATEMENT
16	MACROAREA TEMATICA 1 - TECNOLOGIA EEG E PEEG
20	MACROAREA TEMATICA 2 - PEEG IN ANESTESIA NEL PAZIENTE ADULTO
22	MACROAREA TEMATICA 3 - PEEG IN ANESTESIA NEL PAZIENTE PEDIATRICO
23	MACROAREA TEMATICA 4 - PEEG IN TERAPIA INTENSIVA ADULTA E PEDIATRICA
24	MACROAREA TEMATICA 5 - ARTEFATTI
26	MACROAREA TEMATICA 6 - PEEG ED OUTCOME NEUROLOGICI ED EMODINAMICI
27	BIBLIOGRAFIA
32	ALLEGATO 1 – STRINGHE DI RICERCA E PRISMA FLOW
33	ALLEGATO 2 – TABELLA SINTESI EVIDENZE
58	ALLEGATO 3 – ESITI PRIORITIZZAZIONE MACRO-AREE TEMATICHE
59	ALLEGATO 4 – VOTAZIONE STATEMENT E RAZIONALI
63	ALLEGATO 5 – CONFORMITÀ ALLE DISPOSIZIONI NORMATIVE



INTRODUZIONE

Sembra paradossale il fatto che il cervello, organo sul quale agiscono molti dei farmaci che quotidianamente gli anestesisti somministrano ai pazienti in sala operatoria e gli intensivisti in terapia intensiva, raramente sia monitorizzato per acquisire informazioni sull'effetto dei farmaci stessi. La combinazione ed interazione tra ipnotici, oppioidi, anestetici locali, mediatori dell'infiammazione, flusso e ossigenazione cerebrale non possono essere compresi dai clinici se non attraverso il monitoraggio di questo organo che, sempre di più, sta diventando determinante per i principali outcome dei pazienti chirurgici e intensivi.

Come anestesisti-rianimatori viviamo il nostro quotidiano nel controllo attento e costante della funzione d'organo e dell'azione dei nostri farmaci e strumenti di cura: diuresi, pressioni di ventilazione, pressione arteriosa, frequenza cardiaca, temperatura, portata cardiaca, ossigenazione arteriosa e venosa centrale, pressione addominale, misura degli elettroliti, del pH ematico e tanto altro sono degli standard. Ragionare in termini di mmHg, battiti/min, cmH₂O, mg/dl, mmol/l etc. è per noi tutti assolutamente normale.

Diversamente, siamo meno abituati a discutere in termini di Hertz, cicli/secondo, bande alfa, delta, teta, gamma, potenza EEG, DSA, SEF, BS, pattern EEG. Le cose stanno però cambiando. Seppure non rapidamente, si sta osservando sempre di più uno spostamento dell'attenzione verso questo organo estremamente complesso e determinante: l'encefalo.

Il monitoraggio EEG durante anestesia, per quanto disponibile dalla metà degli anni 90, sta oggi diventando sempre di più un elemento dal quale la moderna anestesia personalizzata non può prescindere. La crescente evidenza dei benefici derivati dall'uso di questa tecnica di monitoraggio sta portando le principali società scientifiche a raccomandarlo con sempre maggiore forza. Delirium, AKI, MINS, declino neuro-cognitivo, stabilità/instabilità emodinamica, uso di vasopressori sono aspetti preponderanti nella letteratura moderna che confronta le anestesi pEEG-guidate dalle classiche, ormai antiquate, anestesia guidate da dosaggi, end-tidal degli alogenati e dagli imperfetti e fallaci parametri emodinamici (pressione arteriosa, frequenza cardiaca e modificazioni delle stesse nel tempo).

L'effetto deleterio di alcuni pattern EEG è ormai evidente in innumerevoli studi. L'evidenza di frequenze beta-gamma nel paziente curarizzato è lo strumento più efficace per evidenziare, e quindi evitare, il fenomeno di awareness. Opposto a questo, evitare i pattern di soppressione (BS e soppressione) aiutano il clinico a limitare l'occorrenza di complicanze post-operatorie specialmente nel paziente fragile.

Questo secondo aspetto diventa determinante anche nel paziente sottoposto a sedazione profonda in terapia intensiva con e senza miorilassanti. L'associazione tra outcome neurologici e mortalità e durata di BS/soppressione sono altri aspetti sempre più evidenti in letteratura.

In sintesi, il monitoraggio EEG fornisce informazioni oggettive e in tempo reale sullo stato funzionale cerebrale, aiutando il clinico nella: 1) maggiore comprensione dello stato neurologico specialmente nelle condizioni nelle quali lo stato di coscienza è compromesso per patologia o sedazione; 2) più consapevole gestione personalizzata dei farmaci analgo-sedativi e la loro interazione con cervelli tutti diversi nella curva dose-risposte al farmaco; 3) limitazione degli effetti indesiderati dei farmaci dell'anestesia sull'emodinamica e sugli stati cognitivi.

Il presente documento non vuole fornire al clinico tutti gli strumenti per una completa conoscenza della tecnica EEG di monitoraggio applicata all'anestesia e alla terapia intensiva (pEEG) ma avviare ed orientare i colleghi e le colleghe verso una tecnica che non può rappresentare uno strumento di un'élite, di un gruppo selezionato di anestesisti-intensivisti ma qualcosa che tutte e tutti i medici anestesisti-rianimatori devono governare per migliorare la loro opera in sala operatoria e in rianimazione.

Abbreviazioni

AKI: Acute Kidney Injury

BS: burst suppression

BSr: burst suppression ratio; rapporto di BS; rapporto di soppressione

DSA: density spectral array; spettrogramma

DO₂: oxygen delivery; trasporto di ossigeno

EEG: electroencephalography; elettroencefalografia

pEEG: processed electroencephalography; elettroencefalografia processata

EMG: electromyography; elettromiografia

GABA: acido gamma-amino butirrico

MAC: minimum alveolar concentration

MF: median frequency (frequenza media)

MINS: Myocardial Injury after Non-cardiac Surgery

RE: Response Entropy

SEF₉₅: spectral edge frequency 95%

OBIETTIVI, AMBITI DI APPLICAZIONE DELLE RBPCA E COINVOLGIMENTO DEGLI STAKEHOLDER

OBIETTIVO

L'obiettivo fondamentale del documento è promuovere l'utilizzo del monitoraggio EEG in anestesia, oggi noto come pEEG (elettroencefalografia processata). Le presenti raccomandazioni mirano a fornire ai medici anestesisti-rianimatori gli strumenti per migliorare la loro opera in sala operatoria e in rianimazione.

Nello specifico, il monitoraggio pEEG fornisce informazioni oggettive e in tempo reale sullo stato funzionale cerebrale, supportando il clinico nelle seguenti aree:

- Una maggiore comprensione dello stato neurologico, cruciale quando lo stato di coscienza è compromesso per patologia o sedazione.
- Una gestione più consapevole e personalizzata dei farmaci analgo-sedativi, tenendo conto delle diverse curve dose-risposta al farmaco tra individui.
- La limitazione degli effetti indesiderati dei farmaci dell'anestesia sull'emodinamica e sugli stati cognitivi

POPOLAZIONE TARGET

Le RBPCA si concentrano sul monitoraggio della profondità dell'anestesia in sala operatoria e della sedazione in terapia intensiva. La popolazione è indirizzata in macroaree tematiche specifiche, includendo:

- pEEG in anestesia nel paziente adulto.
- pEEG in anestesia nel paziente pediatrico.
- pEEG in terapia intensiva adulta e pediatrica.

UTILIZZATORI TARGET

Il documento è esplicitamente indirizzato ai medici anestesisti-rianimatori. Questa figura professionale è il destinatario primario e il decisore clinico diretto, responsabile dell'interpretazione dei dati pEEG e dell'adeguamento delle terapie farmacologiche. Tuttavia, i contenuti appaiono rilevanti per gli infermieri di area critica, professionisti importanti nella fase pre-analitica ed analitica del monitoraggio stesso.

La discussione sull'uso del pEEG in Terapia Intensiva e l'inclusione di tale ambito come macroarea tematica indicano chiaramente che la sfera di competenza e applicazione delle RBPCA è rivolta non solo agli anestesisti che operano in sala, ma anche agli intensivisti che gestiscono la sedazione prolungata in contesti critici. La scelta di includere nel Gruppo di Sviluppo professionisti con comprovata esperienza in terapia intensiva e neuro-monitoraggio conferma l'intenzione di garantire una rappresentatività completa delle diverse specializzazioni coinvolte.

In un contesto assistenziale complesso, le RBPCA estendono la loro pertinenza in modo indiretto a tutto il team multidisciplinare. Sebbene le decisioni sul dosaggio farmacologico spettino al medico, l'implementazione del monitoraggio pEEG richiede il coinvolgimento attivo degli infermieri di Terapia Intensiva e di sala operatoria. Questi professionisti sono fondamentali per il monitoraggio continuo, la corretta gestione e applicazione della tecnologia, e la segnalazione tempestiva di trend o variazioni dei parametri di sedazione, rendendo l'allineamento dell'intero staff essenziale per la sicurezza del paziente.

METODOLOGIA

Lo sviluppo delle presenti Raccomandazioni è stato condotto integralmente in conformità al Manuale metodologico per la produzione di Raccomandazioni di *Buone Pratiche Clinico-Assistenziali (RBPCA) consensus-based*, che definisce principi, criteri e passaggi necessari per garantire qualità, trasparenza e riproducibilità del processo. L'intero percorso – dalla composizione del Gruppo di sviluppo, alla definizione degli ambiti tematici, alla formulazione e valutazione degli statement – è stato strutturato seguendo le indicazioni metodologiche previste dal Manuale, che rappresenta il riferimento istituzionale per la produzione di documenti RBPCA. Tale aderenza ha guidato sia la scelta dei professionisti coinvolti, selezionati sulla base di competenze cliniche e scientifiche pertinenti, sia l'impostazione delle procedure di discussione, creazione di contenuto e ricerca del consenso, assicurando un processo rigoroso e coerente con gli standard nazionali per le raccomandazioni consensus-based.

1. REVISIONE DELLA LETTERATURA

A supporto dello sviluppo delle presenti raccomandazioni, è stata condotta una revisione sistematica della letteratura, completata il 7 Novembre 2024, mediante interrogazione esclusiva del database PubMed. La revisione ha avuto una funzione informativa e orientativa nella formulazione degli statement, con l'obiettivo di identificare le evidenze più pertinenti a supporto del consenso degli esperti, facilitare la valutazione della rilevanza clinica e definire aree di incertezza.

I criteri di inclusione hanno previsto:

- articoli originali, revisioni sistematiche e linee guida internazionali;
- studi peer-reviewed in ambito adulto e pediatrico, condotti in setting assistenziali ospedalieri e territoriali;
- pubblicazioni in lingua inglese disponibili in full text.

Sono stati esclusi:

- articoli in lingue diverse dall'inglese;
- abstract privi di full text;
- pubblicazioni non sottoposte a revisione paritaria.

Il processo di selezione e valutazione degli articoli è stato effettuato collegialmente dal metodologo, dai literature search specialist e dai membri del gruppo di scrittura, in qualità di esperti clinici dell'argomento, al fine di garantire la coerenza dei contenuti con gli obiettivi degli statements.

In totale sono stati identificati 8885 record; dopo rimozione dei duplicati, screening su titolo e abstract, e lettura del full text, sono stati inclusi nella revisione 19 articoli. Sono stati inoltre integrati ulteriori contributi proposti dal gruppo di sviluppo, non individuati tramite la ricerca sistematica, ma ritenuti di elevata rilevanza scientifica e applicabilità clinica. È stata inoltre realizzata una sintesi tabellare delle evidenze.

Le stringhe di ricerca complete ed i diagrammi di flusso PRISMA 2020 sono riportati nell'Allegato 1.

2. SINTESI NARRATIVA E TABELLARE DELLE EVIDENZE

La revisione della letteratura ha portato all'inclusione di 64 articoli, ai quali si sono aggiunti ulteriori contributi selezionati dal gruppo di sviluppo per la loro rilevanza scientifica e applicabilità clinica, pur non essendo stati identificati tramite ricerca sistematica.

L'evidenza è sintetizzata e riportata in forma tabellare nell'Allegato 2 del presente documento.

Nel complesso sono state individuate 4 Linee Guida, 3 Documenti di Consensus, 6 trial randomizzati controllati e 5 revisioni sistematiche con metanalisi.

Le Linee Guida della Società Europea di Anestesia e Terapia Intensiva (ESAIC) evidenziano il ruolo delle strategie multimodali finalizzate a mitigare i processi infiammatori e la risposta allo stress chirurgico. Tra queste, il monitoraggio della profondità anestesiológica ricopre una funzione centrale. Il documento sottolinea come gli anestesisti debbano saper interpretare non solo gli indici sintetici dei monitor EEG (ad esempio PSi, BIS, qCON o SE), ma anche il tracciato EEG grezzo e la Density Spectral Array (DSA). Una profondità anestesiológica eccessiva, indipendente dall'età, può

determinare *burst suppression*, un pattern EEG associato a un aumentato rischio di delirium post-operatorio (POD), AKI, MINS e declino neuro-cognitivo. ^[1, 2, 3]

Le Linee Guida ESC 2022 sottolineano che, sebbene manchino studi prospettici randomizzati sul valore prognostico del monitoraggio perioperatorio, l'evidenza disponibile dimostra come il monitoraggio routinario migliori la sicurezza delle procedure chirurgiche. Per questo motivo viene raccomandato un monitoraggio intraoperatorio sistematico delle funzioni cardiovascolari e respiratorie, della temperatura corporea, della trasmissione neuromuscolare e della profondità anestesiológica ^[4].

Già nel 2006 il "Position Statement by the American Society of Neurophysiological Monitoring" ^[5] aveva sottolineato il ruolo del monitoraggio EEG della profondità anestesiológica, considerandolo un obiettivo clinico imprescindibile. In continuità con tale posizione, il documento "Consensus Statement on Continuous EEG in Critically Ill Adults and Children, Part II: Personnel, Technical Specifications and Clinical Practice" ribadisce l'importanza del monitoraggio EEG continuo nell'identificazione del brivido e nella valutazione della profondità della sedazione in area intensiva.

Le "Guidelines for the safe practice of total intravenous anaesthesia" ^[6] evidenziano inoltre il ruolo del monitoraggio pEEG nella riduzione del rischio di awareness durante il trasferimento extra-operatorio di pazienti sottoposti a TIVA che hanno ricevuto agenti miorilassanti.

Nel 2020, l'American Society for Enhanced Recovery and Perioperative Quality ha incoraggiato gli anestesisti ad acquisire competenze di base nell'interpretazione dell'EEG. Le evidenze disponibili suggeriscono che l'anestesia guidata dall'EEG riduca l'incidenza di risveglio intraoperatorio durante l'anestesia totalmente endovenosa, con un'efficacia paragonabile al monitoraggio della concentrazione di anestetico inalatorio di fine espirazione. Tuttavia, attualmente non vi sono prove sufficienti per raccomandare l'impiego del monitoraggio EEG al fine di prevenire delirium postoperatorio, disturbi neurocognitivi o mortalità postoperatoria ^[7].

La consensus di Herman et al. (2011) delinea i requisiti professionali, tecnici e organizzativi necessari per l'esecuzione del Critical Care Continuous EEG (CCEEG), includendo indicazioni sulla selezione dei pazienti, le procedure di acquisizione, la revisione e l'interpretazione dei tracciati, la gestione degli elettrodi, il controllo delle infezioni, le tecniche quantitative e i protocolli di archiviazione dei dati ^[8].

Nel giugno 2025, un panel di ESAIC composto da 25 esperti internazionali ha formulato nuove raccomandazioni sul monitoraggio emodinamico intraoperatorio nei pazienti sottoposti a chirurgia non cardiaca. La consensus sottolinea l'importanza di monitorare e ottimizzare la profondità dell'anestesia, al fine di titolare in modo più preciso i farmaci anestetici e ridurre gli effetti collaterali ^[9].

Infine, la consensus del gruppo I-PROTECT (2024) ha affrontato la necessità di una standardizzazione della nomenclatura e delle definizioni relative ai principali parametri di neuromonitoraggio. Il documento analizza pEEG, EEG continuo/quantitativo, ossimetria cerebrale, Doppler transcranico e pupillometria automatizzata, illustrandone le applicazioni cliniche e i principali indicatori ^[10].

Macroarea tematica 1: Tecnologia EEG e pEEG

Già nel 1998, Rampil J declinava nel dettaglio i principali aspetti tecnici alla base dell'elettroencefalografia e dell'elettroencefalografia processata ^[11]. Nel suo articolo di riferimento, l'autrice descrive come dal potenziale d'azione rilevato sulla superficie cutanea dello scalpo si arrivi ad un indicatore adimensionale relativo alla profondità dell'anestesia.

Un più recente articolo fondamentale, pubblicato da Purdon e collaboratori nel 2015 ha approfondito gli aspetti principali della tecnologia pEEG applicata all'anestesia dalla rilevazione del segnale all'elaborazione del DSA, includendo le caratteristiche neurofisiologiche dei diversi farmaci somministrati in sala operatoria ^[12].

Nel 2005, Ebert et al. hanno condotto uno studio randomizzato, in cieco e con disegno crossover, per indagare il meccanismo ipotensivo associato alla somministrazione di propofol a dosi sedative. Volontari sani sono stati sottoposti a infusione di propofol o placebo, e la sensibilità barocettiva è stata valutata tramite nitroprussiato sodico. Il gruppo trattato con propofol ha mostrato una risposta riflessa all'ipotensione attenuata e una riduzione dell'attività simpatica rispetto al controllo, con conseguente diminuzione significativa della pressione arteriosa media (PAM) ^[13].



Un sotto studio del trial BAG-RECALL ha confrontato la capacità di anestesisti brevemente formati nella lettura di EEG del valore di BIS in pazienti sottoposti ad anestesia generale a confronto con anestesisti non formati. I professionisti formati hanno dimostrato una capacità predittiva significativamente superiore ^[14].

Macroarea tematica 2: pEEG in anestesia nel paziente adulto

L'analisi predeterminata del trial randomizzato controllato B-Unware su una popolazione di 1942 pazienti adulti sottoposti a chirurgia non cardiaca in anestesia generale inalatoria ha mostrato come la mortalità a medio termine non sia associata all'utilizzo di un protocollo BIS-guidato per il mantenimento dell'anestesia generale a confronto con un protocollo basato sulla concentrazione espiratoria di anestetico. Secondo l'analisi multivariata di questo studio, infatti, la durata cumulativa di valori di BIS al di sotto di 45 non è associata alla mortalità a medio termine. Tale risultato è rimasto invariato anche diminuendo il valore di BIS a 40 ^[15].

Il trial randomizzato controllato monocentrico di Thomsen et al. ha invece indagato come il monitoraggio del piano anestesilogico tramite pEEG possa evitare un'eccessiva profondità dell'anestesia generale e quindi possa ridurre l'ipotensione intraoperatoria e l'utilizzo di vasopressori. In 110 pazienti sottoposti a chirurgia vascolare, l'anestesia guidata da pEEG ha determinato una riduzione di circa un terzo nell'impiego di noradrenalina per mantenere una MAP >65 mmHg ^[16].

Macroarea tematica 3: pEEG in anestesia nel paziente pediatrico

RCT: L'utilizzo di pEEG nella popolazione pediatrica durante anestesia generale con sevoflurano è stato studiato da Templeton et al. in un trial randomizzato in cui sono stati inclusi 180 pazienti pediatrici suddivisi per gruppi di età (4-6, 9-12 e 13-18 anni). I due bracci previsti dallo studio confrontavano una strategia intraoperatoria BIS guidata con titolazione dei valori di BIS fra 45 e 60 vs gruppo di controllo, costituito dalla titolazione del sevoflurano su giudizio del clinico. In tutti i gruppi di età è stata osservata una concentrazione media di sevoflurano espirato maggiore nel gruppo di controllo rispetto al gruppo BIS guidato. Il profilo di recupero post-anestesia è risultato simile nei due gruppi ^[17].

RCT: Un recente trial randomizzato controllato monocentrico effettuato da De Heer et al. ha analizzato le differenze nell'intervallo di tempo fra la sospensione dell'anestetico alogenato e il raggiungimento dei criteri di dimissione dal complesso operatorio (Score di Steward 3) in una popolazione pediatrica di 112 bambini. I pazienti sono stati sottoposti ad anestesia generale guidata dai valori di DSA versus lo standard di cura, costituito dalla titolazione del sevoflurano al fine di ottenere una minima concentrazione alveolare (MAC) di 0.9. Lo studio ha mostrato che il gruppo di intervento aveva tempi più brevi di dimissione dal complesso operatorio mentre non sono state osservate differenze nelle tempistiche di dimissione dall'unità di cura post anestesia (PACU). Lo studio ha osservato inoltre delle differenze di pattern del DSA nei due gruppi, una concentrazione di sevoflurano espirato minore nel gruppo di intervento e episodi ipotensivi maggiori di due deviazioni standard in tre pazienti afferenti al gruppo di controllo. Non sono stati osservati episodi di delirium o *awareness* intraoperatoria. Lo studio conclude che il DSA può avere un ruolo nel monitoraggio intraoperatorio dei pazienti pediatrici per quanto concerne la velocità di recupero dall'anestesia generale ^[18].

Macroarea tematica 4: pEEG in terapia intensiva adulta e pediatrica

La revisione sistematica con metanalisi di Pappal et al. ha valutato in 7 diversi studi (941 pazienti) l'incidenza di *awareness* in corso di miorisoluzione in pazienti sottoposti a ventilazione meccanica in Pronto Soccorso o Terapia Intensiva, è risultata molto maggiore rispetto a quella nei pazienti in Sala Operatoria riportata in letteratura ^[19].

Macroarea tematica 6: pEEG ed outcome neurologici ed emodinamici

La metanalisi di Chew et al. (pazienti >60 anni) non ha rilevato differenze significative nell'incidenza di delirium post-operatorio tra i pazienti monitorati con BIS e quelli gestiti senza monitoraggio EEG. È stata però identificata una ridotta incidenza di disfunzioni cognitive post-operatorie nei pazienti con BIS-guidance ^[20].

In una metanalisi di 15 RCTs con una popolazione totale di 5392 pazienti ultrasessantenni è stata studiata l'associazione

fra valori alti e bassi di BIS e l'insorgenza di delirium post operatorio e disfunzioni cognitive post operatorie. Sono state adottate le definizioni di alti e bassi valori di BIS e di delirium e disfunzione cognitiva presenti in ciascun articolo incluso. I risultati mostrano che la presenza di alti valori di BIS favorisce una riduzione del delirium post operatorio, in presenza di un'alta eterogeneità dell'analisi. Per quanto concerne l'outcome disfunzione cognitiva postoperatoria a tre mesi è stata riscontrata un'associazione fra BIS alto e la riduzione di disfunzioni cognitive post-operatorie. In questo studio non è stata osservata differenza di mortalità nelle due coorti di pazienti ^[21].

Park et al. ha recentemente pubblicato una metanalisi che indaga l'associazione fra presenza di burst suppression intraoperatoria e insorgenza di delirium postoperatorio in 6435 pazienti adulti provenienti da 15 studi. I risultati mostrano un'associazione positiva fra burst suppression intraoperatoria e maggiore insorgenza di delirium postoperatorio a confronto con pazienti senza burst suppression. Inoltre, è stato visto che la durata della burst suppression e la burst suppression ratio erano significativamente maggiori nei pazienti che sviluppano delirium post-operatorio a confronto con i pazienti che non lo sviluppano ^[22].

Infine, una metanalisi di Sumner et al. (4648 pazienti, 9 studi) ha valutato l'effetto dell'anestesia guidata da pEEG sull'incidenza del delirium post-operatorio. Mentre il modello a eterogeneità inversa non mostrava differenze, l'analisi a effetti random (predefinita) evidenziava una riduzione significativa del delirium nei pazienti monitorati o gestiti con target di pEEG più elevati ^[23].

3. ELABORAZIONE DI STATEMENT E RAZIONALI

Tutti i membri del gruppo di scrittura hanno ricevuto i full text degli articoli inclusi nella revisione della letteratura, al fine di garantirne la presa visione e un'adeguata informazione preliminare. Sulla base delle evidenze disponibili e delle competenze specialistiche dei componenti, il gruppo di scrittura, sotto la supervisione del metodologo, ha elaborato la proposta preliminare di statement e relativi razionali.

Tali contenuti sono stati successivamente sottoposti a una fase di votazione in forma anonima e indipendente al gruppo di esperti.

La metodologia utilizzata prevedeva un massimo di due eventuali round di votazioni online; tuttavia, non è stato necessario eseguire il secondo round di votazione, dato che tutti gli statement hanno raggiunto il consenso superiore al 75% nello stesso range interquartile già al primo round.

La votazione è stata condotta tramite la piattaforma SurveyMonkey (<https://it.eu.surveymonkey.com/r/6MKNPQ3>), garantendo l'anonimato e la tracciabilità del processo secondo i criteri previsti dalla metodologia Delphi modificata. L'opinione è stata espressa usando scala di valutazione ordinale a 9 punti finalizzata a esprimere il grado di appropriatezza degli interventi proposti.

La scala era così articolata:

- 1-3 = intervento ritenuto non appropriato (disaccordo o rifiuto),
- 4-6 = giudizio di incertezza,
- 7-9 = intervento ritenuto appropriato (condivisione o supporto).

La scala Likert-like è stata suddivisa in 3 sezioni: 1-3 implicava rifiuto ("non appropriato"); 4-6 implicava "incertezza"; 7-9 implicava condivisione/supporto ("appropriatezza").

Al primo round di votazione, vi era la possibilità di inserire commenti o annotazioni come testo libero.

I criteri per il consenso utilizzati e stabiliti a priori consistevano:

- 1) almeno il 75% dei rispondenti assegnavano uno score nei punteggi 1-3, 4-6, o 7-9, che significava rifiuto o condivisione dello statement, rispettivamente;
- 2) la mediana del punteggio si trovava all'interno dello stesso range.

Il tipo di consenso è stato determinato dal posizionamento della mediana.

I risultati delle votazioni sono stati riportati in forma tabulata (Allegato 3)

Nonostante tutti gli statement avessero raggiunto l'accordo di condivisione/supporto, già al primo round, i risultati e i commenti/suggerimenti riportati dal panel di esperti sono stati inviati al gruppo di scrittura. Si è attivato così un confronto asincrono tra i membri del gruppo di scrittura, coadiuvati dal metodologo finalizzato a condividere commenti,



promuovere riflessioni e facilitare l'interpretazione collegiale dei risultati. A seguito di questa fase gli statement sono stati integrati/modificati con minor revision di wording.

3. Revisione esterna

La versione attuale del presente documento, approvata dal gruppo di lavoro, è stata sottoposta a revisione esterna da parte di tre esperti indipendenti (due anestesisti-rianimatori e un infermiere), selezionati per competenze cliniche e metodologiche.

Il **Revisore 1** ha segnalato esclusivamente correzioni formali (refusi e miglioramenti della scorrevolezza del testo).

Il **Revisore 2** ha evidenziato le seguenti osservazioni:

(i) Osservazioni sostanziali. È stato suggerito di rafforzare il razionale del documento integrando, ove disponibili, riferimenti chiave e dati epidemiologici a supporto delle raccomandazioni (ad esempio sull'incidenza dell'awareness intraoperatoria e sull'associazione tra burst suppression e outcome), al fine di incrementare l'oggettività del quadro introduttivo e l'allineamento agli standard richiesti per un documento di RBPCA. Inoltre, pur riconoscendo il coinvolgimento multiprofessionale del panel, è stata raccomandata una più esplicita descrizione del ruolo operativo del personale infermieristico nel monitoraggio continuo pEEG (posizionamento e gestione dei sensori, verifica della qualità del segnale, identificazione degli artefatti, sorveglianza dei trend), così da migliorare implementabilità e coerenza multiprofessionale delle raccomandazioni.

(ii) Osservazioni non sostanziali. È stata proposta una revisione stilistica per ridurre espressioni colloquiali o enfatiche presenti in alcuni passaggi (in particolare nell'Introduzione e in alcuni razionali), adottando un linguaggio più neutro, impersonale e tecnico, coerente con la natura scientifica e istituzionale del documento.

Il **Revisore 3** ha segnalato esclusivamente correzioni formali (refusi e miglioramenti della scorrevolezza del testo). Tutte le richieste di integrazione e modifica proposte dai revisori esterni sono state discusse all'interno del panel di esperti e recepite, con l'obiettivo di migliorare la qualità complessiva del documento e di incorporare feedback utili a ottimizzarne rigore metodologico, applicabilità clinica e fruibilità.

APPLICABILITÀ

Le presenti Raccomandazioni sono concepite per essere applicate nel contesto clinico-assistenziale delle Sale Operatorie e della Terapia Intensiva, nei pazienti per i quali si ritenga indicato il monitoraggio della sedazione mediante elettroencefalogramma processato. La loro elaborazione, condotta in conformità al Manuale metodologico per la produzione di RBPCA consensus-based, ha l'obiettivo di fornire indicazioni chiare, realistiche e attuabili nella pratica quotidiana, a supporto delle decisioni cliniche.

Il documento è espressamente rivolto ai medici anestesisti-rianimatori operanti in Sala operatoria e Terapia Intensiva, in qualità di decisori clinici, e agli infermieri di Terapia Intensiva coinvolti nel monitoraggio e nella gestione della sedazione e della tecnologia pEEG. L'implementazione delle Raccomandazioni richiede pertanto un'integrazione operativa tra queste figure professionali, affinché gli statement possano essere tradotti in procedure condivise e inseriti nei percorsi organizzativi esistenti, senza introdurre complessità non sostenibili nella pratica assistenziale quotidiana.

AGGIORNAMENTO

L'aggiornamento delle Raccomandazioni avverrà secondo quanto previsto dal *Manuale metodologico per la produzione di RBPCA consensus-based*. È programmata una revisione entro tre anni dalla data di pubblicazione, al fine di assicurare che il documento rimanga coerente con l'evoluzione delle conoscenze e delle pratiche clinico-assistenziali.

Un aggiornamento anticipato potrà essere considerato qualora emergano nuove evidenze scientifiche, studi di particolare rilevanza o modifiche significative del quadro normativo e organizzativo che possano incidere sull'attualità e sull'accuratezza degli statement. Tale valutazione sarà effettuata dal Gruppo di sviluppo (o da un gruppo nominato con le stesse modalità), che analizzerà la rilevanza delle nuove evidenze ai fini dell'eventuale revisione del documento.

INDIPENDENZA EDITORIALE E ALTRE DICHIARAZIONI

Il presente documento è stato realizzato in totale indipendenza scientifica e metodologica. L'azienda Fresenius Kabi ha erogato un contributo non condizionante al progetto, senza in alcun modo intervenire nelle fasi di ideazione, sviluppo metodologico, formulazione e votazione degli statement, né hanno avuto contatti diretti o indiretti con i membri del panel degli esperti. I fondi, concessi esclusivamente dopo la pubblicazione ufficiale del documento, sono stati destinati unicamente a sostenere la diffusione del documento stesso tra i soci delle società scientifiche coinvolte e, in formato cartaceo, in occasione dei congressi SIAARTI. Tutti i componenti del gruppo di lavoro hanno operato a titolo volontario e sulla base della propria competenza scientifica, clinica e metodologica.

All'inizio dei lavori, prima dell'avvio delle discussioni, delle votazioni e della stesura del documento, è stata richiesta a tutti i componenti del gruppo di lavoro la dichiarazione di eventuali conflitti di interesse: nessun membro ha dichiarato conflitti di interesse rilevanti, configurando quindi una condizione di assenza di conflitti rispetto ai contenuti di queste Raccomandazioni. Qualora fossero emersi, i conflitti di interesse sarebbero stati valutati e gestiti dal metodologo secondo procedure prestabilite. Il documento finale riflette esclusivamente l'opinione del panel degli esperti, sulla base della revisione della letteratura disponibile e di un processo di consenso strutturato.

MACROAREA TEMATICA 1 - TECNOLOGIA EEG E PEEG

1.1 Il panel ritiene che il monitoraggio pEEG sia validato come indice di profondità correlato all'anestesia quando vengono utilizzati i comuni farmaci dell'anestesia generale (alogenati, GABA-ergici), ad esclusione della ketamina, del protossido d'azoto e della dexmedetomidina, e quando sono garantite le condizioni di omeostasi e adeguatezza della perfusione cerebrale (e.g. temperatura, DO_2 cerebrale, glicemia)

Esito: Mediana 8 | IQR 7–9 | Accordo 100%

1.2 Il panel ritiene che il monitoraggio pEEG sia utile anche quando vengono impiegati farmaci ipnotici o sedativi non GABA-ergici (ketamina, protossido d'azoto, dexmedetomidina), tenendo presente e considerando le diverse e specifiche modificazioni dell'EEG ed i differenti meccanismi di perdita di coscienza o sedazione che si differenziano sostanzialmente da quanto deriva dei farmaci alogenati e GABA-ergici.

Esito: Mediana 7 | IQR 7–9 | Accordo 100%

1.3 Il panel consiglia che i clinici abbiano conoscenza del significato di tutti i parametri del proprio sistema di monitoraggio EEG/pEEG, delle modalità di acquisizione dei segnali e di elaborazione di tutti i parametri derivati (traccia EEG grezza, EMG, qualità del segnale, indice numerico, incluso il tempo medio di elaborazione del segnale), percentuale o rapporto di soppressione, spettrogramma dell'EEG)

Esito: Mediana 9 | IQR 7–9 | Accordo 100%

1.4 Il panel ritiene ragionevole che l'indice numerico dei pEEG debba essere interpretato criticamente in base alla lettura delle forme d'onda EEG e agli altri parametri forniti dal pEEG (EMG, qualità del segnale, BS, DSA).

Esito: Mediana 9 | IQR 7–9 | Accordo 100%

I farmaci ipnotici GABA-ergici (propofol, anestetici alogenati inalatori, tiopentone sodico) inibiscono l'attività di molteplici strutture cerebrali con modificazioni caratteristiche e riproducibili dell'EEG ^[1]. Tali modifiche sono una misura del grado di inibizione dei farmaci, e, se sono garantite le condizioni fisiologiche di omeostasi e adeguatezza della perfusione cerebrale (e.g. temperatura, DO_2 cerebrale, glicemia), permettono di ottenere informazioni sul livello di ipnosi ^[2]. Sulla base di queste osservazioni sono stati recentemente sviluppati numerosi sistemi di monitoraggio del livello di anestesia, basati sull'interpretazione del dato elettroencefalografico.

Altri farmaci (e.g. dexmedetomidina, ketamina e protossido d'azoto) utilizzati, come adiuvanti in anestesia generale o sedazione, agiscono a livello cerebrale con meccanismi differenti e modificazioni dell'EEG molto peculiari. Inoltre, non tutti possono garantire, in ogni condizione, il raggiungimento dello stato di perdita di coscienza. Ad esempio, la dexmedetomidina mostra un tracciato EEG globalmente rallentato (alta rappresentazione/potenza di onde delta) ed un indice pEEG con valori comunemente considerati compatibili con un piano di anestesia chirurgica pur mantenendo il paziente potenzialmente risvegliabile con stimolazione verbale-tattile-dolorifica. Al contrario la ketamina o il protossido d'azoto inducono uno stato di attivazione corticale con onde EEG rapide ed con incremento dei valori dell'indicatore ma in condizioni di perdita di coscienza ^[12].

L'interpretazione della traccia grezza dell'EEG tradizionale (c.d. full montage) può risultare complessa per il clinico non esperto. Essa richiede il posizionamento sulla superficie dello scalpo di numerosi elettrodi, in modo da rilevare l'attività elettrica cerebrale e renderla leggibile su un monitor con un numero variabile di tracce ^[8]. Alcuni autori hanno proposto di ridurre il numero di elettrodi da applicare, in modo da semplificare il montaggio e renderlo praticabile anche in ambienti di terapia intensiva ^[4]. Inoltre, la tecnologia ha messo a disposizione sistemi wireless che riducono sensibilmente i tempi per il montaggio del sistema di lettura ^[6]. Tuttavia, tali dispositivi sono prevalentemente indicati per accelerare la diagnosi in caso di attività epilettica non convulsiva, ma non consentono monitoraggi di lunga durata. Pertanto, laddove l'indicazione clinica sia legata alla necessità di monitorare la profondità dell'ipnosi, si utilizzano

preferibilmente monitor che analizzano la traccia EEG in continuo, e forniscono dei parametri numerici utili a quantificare in modo semplice lo stato di ipnosi ^[6]. Tali monitor prendono il nome di EEG processati (pEEG). Essi utilizzano un numero variabile di elettrodi, generalmente 3 o 4, assemblati in un unico dispositivo di lettura, che può fornire informazioni sull'attività elettrica di un singolo emisfero cerebrale o di entrambi.

I pEEG mostrano infine la traccia EEG grezza (raw EEG) (fig. 1). La lettura dell'EEG consente di identificare in tempo reale i ritmi cerebrali. In generale con l'aumento della sedazione si passa da ritmi EEG rapidi e di bassa ampiezza [gamma (26-80 Hz)/beta (13-25 Hz)] a ritmi lenti di elevata ampiezza e sincroni, ossia ritmi delta (0.5-4 Hz) (talvolta divisi in lenti (<1Hz) e delta (1-4 Hz) associati ad alfa (9-12 Hz) tipici del piano di anestesia chirurgica. Possono inserirsi, specialmente con la somministrazione di alogenati i ritmi a frequenza 5-8 Hz (teta) ^[12]. In relazione ai testi e articoli di riferimento si può osservare una minima variazione dei range di frequenza per la classificazione delle onde (e.g. alcuni testi riportano le frequenze alfa comprese tra 9 e 12 Hz, altri egualmente autorevoli e di riferimento tra 8 e 13 Hz). Queste differenze non implicano alcun impatto sui principi generali di utilizzo dei sistemi di neuromonitoraggio e sono da considerare ininfluenti. Anche nel presente elaborato, i valori riportati, si considerano equivalenti. Con l'incremento ulteriore di dosaggio si osservano soppressioni dell'attività elettrica quali BS o isoelettricità (Fig.2). L'analisi esperta dell'EEG richiede competenze avanzate, ma l'identificazione dei ritmi di fondo (delta, teta, alfa, beta) e la BS sono facilmente identificabili dopo breve training ^[7, 8].

Il panel ritiene che l'uso dell'EEG convenzionale non sia necessario nell'uso routinario in sala operatoria o in terapia intensiva per rilevare la profondità dell'anestesia, ma che i sistemi di pEEG siano sufficienti a questo scopo. Inoltre, in accordo con le principali linee guida internazionali, suggerisce che l'anestesista debba possedere una conoscenza di base della lettura della traccia grezza dell'EEG durante anestesia generale per interpretare correttamente i dati del pEEG ^[9, 10, 11].

Il panel suggerisce inoltre che l'anestesista sia in grado di impostare ampiezza e velocità di scorrimento della traccia grezza dell'EEG, in modo da identificare facilmente i principali ritmi di fondo ^[12].

Tutti i pEEG calcolano, con algoritmo proprietario, un indice numerico adimensionale (indice di ipnosi) che può variare da 0 a 100, dove 0 rappresenta l'assenza di attività elettrica cerebrale e 100 lo stato di veglia, con un intervallo 40-60 o 25-50 considerato ottimale per l'anestesia generale in relazione allo strumento utilizzato. Valori inferiori all'intervallo indicano sovradosaggio ipnotico, mentre valori superiori sottodosaggio ^[13].

L'indice di ipnosi è affidabile se la traccia EEG è ottimale. Ciò implica numerose condizioni: che l'elettrodo sia posizionato secondo indicazioni del produttore, che la qualità del segnale sia elevata (perfetta aderenza del sensore alla cute, bassa impedenza elettrica), che siano assenti interferenze elettriche, artefatti o attività muscolare (EMG) ^[14]. Pertanto, il panel suggerisce lo stretto controllo di tali parametri. In tal senso, il panel suggerisce che il personale infermieristico sia a conoscenza dei principi pre-analitici fondamentali di posizionamento, gestione e strategie atte ad ottenere la migliore qualità di ricezione del segnale da parte degli elettrodi pEEG (e.g. corretta sede, disinfezione/sgrassamento della cute per ridurre l'impedenza elettrica).

Tutti i pEEG necessitano di tempo per calcolare l'indice di ipnosi. Ciò genera un ritardo fra la registrazione dell'attività cerebrale e la visualizzazione o le modifiche dell'indice di ipnosi, che oscilla fra i 10 e i 60 sec circa. Pertanto, l'indice potrebbe non rappresentare lo stato di coscienza attuale ^[12] e solo dopo la stabilizzazione (trascorso il tempo di elaborazione della traccia) l'indice rappresenterà l'effettivo stato ipnotico.

A parità di condizione clinica, gli indici di ipnosi possono differire tra i monitor. Gli algoritmi pEEG e criteri di filtraggio proprietari sulla traccia condizionano le differenze dei valori ^[15].

I pEEG sono in grado di fornire, oltre all'indice di ipnosi, altri indici quantitativi.

Uno di questi è la percentuale di soppressione (SR), che esprime in percentuale la durata di EEG isoelettrico in un tempo fisso di analisi (solitamente 60 sec). Il panel evidenzia che i criteri dichiarati per definire l'isoelettricità possono variare per i diversi pEEG, ottenendo differenti SR a parità di tempo isoelettrico ^[16]. L'incremento di SR è stato correlato a sovradosaggio di farmaci ipnotici, delirium, emergence delirium e deficit cognitivi post-operatori e pertanto il panel suggerisce di mantenere un valore di ZERO ^[17].

Gli EEG convenzionali e molti pEEG mostrano lo spettrogramma (DSA), elaborato con l'analisi spettrale di Fourier ^[18].

Il DSA rappresenta in un grafico frequenza/tempo, le frequenze (Hz) dei ritmi EEG e la relativa potenza associata, espressa con una scala colorimetrica (Rosso=massima potenza; Blu/nero=assenza di attività elettrica) (Fig.3). In anestesia generale, con farmaci con azione GABAergica lo spettrogramma è rosso (elevata potenza) in corrispondenza delle frequenze alfa (8-13 Hz) e delta (0,1-4 Hz) (fig. 4), con un'ulteriore banda rossa sulle frequenze teta (4-8 Hz) se si utilizzano anestetici alogenati (fig.5). Il panel ritiene il DSA di facile lettura, utile nell'interpretare la traccia EEG e l'indice di ipnosi anche in caso di discordanza. Tuttavia, in caso di brusca variazione di ritmo EEG, le variazioni di DSA saranno visivamente evidenti solo dopo la rappresentazione di un certo numero di spettrogrammi (alcuni secondi). Per tale motivo il panel ritiene che il DSA risulti molto utile per valutare l'andamento storico di una sedazione piuttosto che per l'analisi in tempo reale.

Ulteriori indici che vengono mostrati dalla maggioranza dei pEEG sono il SEF_{95} e il MF, che rappresentano la frequenza, in Hz, al di sotto della quale si esprime rispettivamente il 95% ed il 50% della potenza dell'EEG. Tuttavia, questi parametri risentono molto della presenza di artefatti e non permettono di discriminare i diversi ritmi EEG. Pertanto, il panel ritiene che debbano essere sempre associati alla lettura di altri indici.

Fig.1 – Tracce EEG grezze a 4 canali o a canale singolo

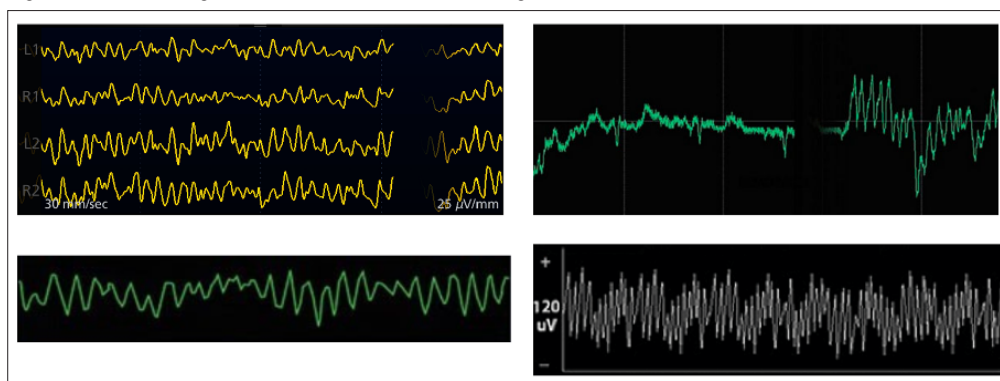


Fig. 2 – BS e soppressione

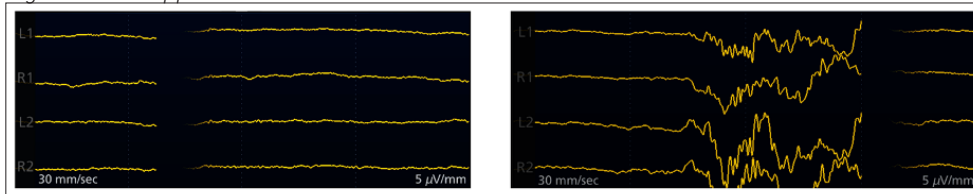


Fig. 3 – Esempi di DSA da diversi sistemi di monitoraggio pEEG

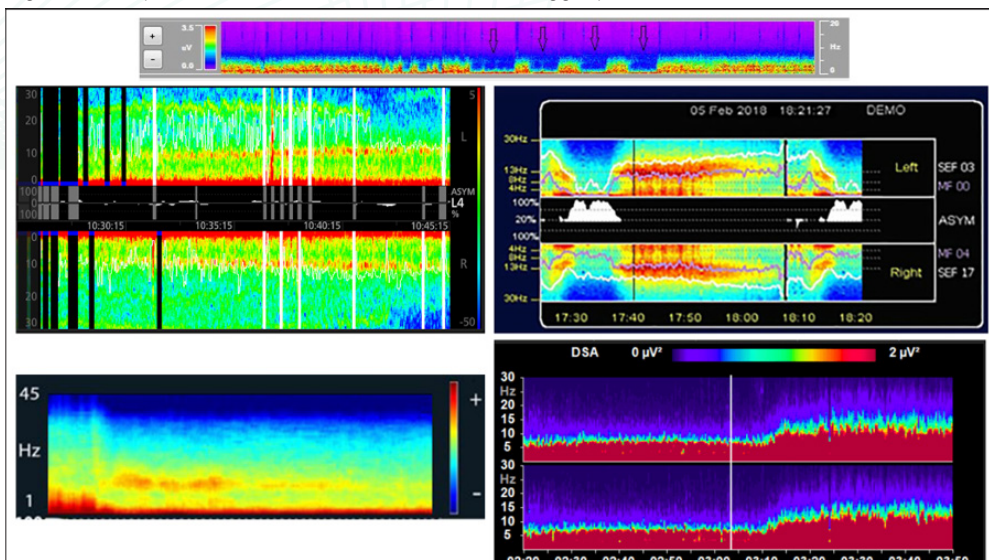


Fig. 4 – DSA di diversi sistemi di monitoraggio che mostrano una prevalente potenza (rosso) nelle bande alfa e delta. Questi pattern sono caratteristici di un piano anestesilogico chirurgico indotto da farmaci GABA-ergici (e.g. propofol).

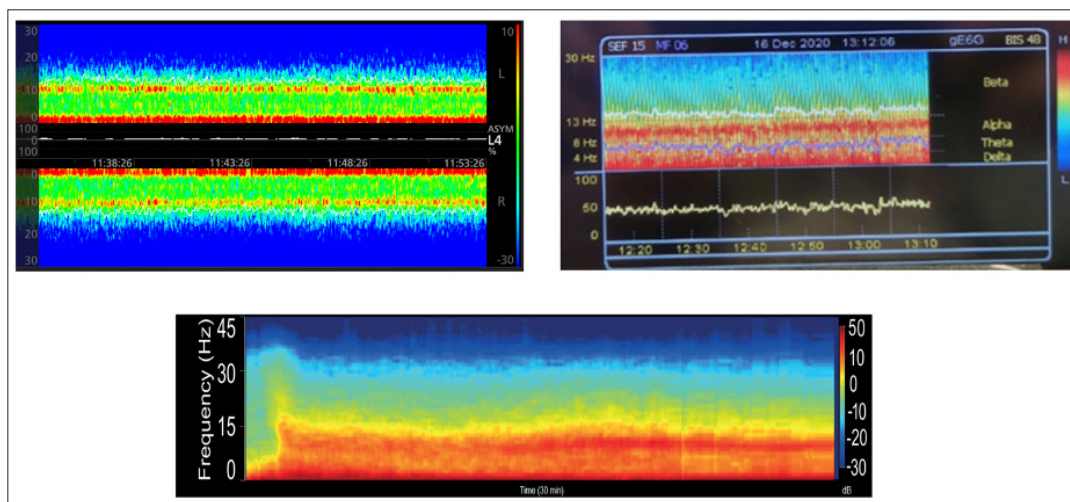
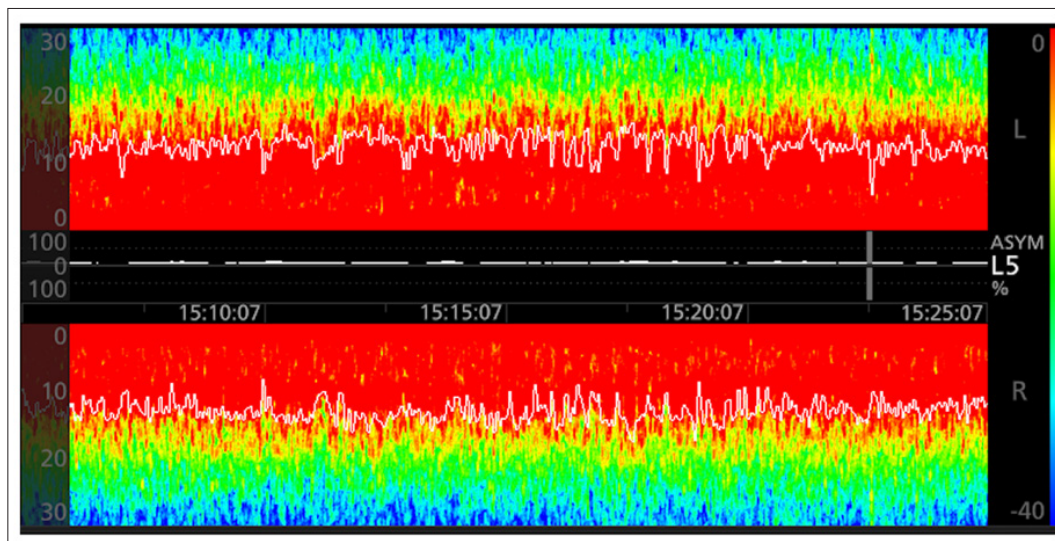


Fig. 5 - DSA che mostra una prevalente potenza (rosso) nelle bande alfa (8-13 Hz), delta (0,1-4 Hz) e teta (5-8 Hz). Questo pattern è caratteristico di un piano anestesilogico chirurgico indotto da farmaci alogenati (e.g. sevoflurano).



2

MACROAREA TEMATICA 2 - PEEG IN ANESTESIA NEL PAZIENTE ADULTO

2.1 Il panel ritiene che sia appropriato l'utilizzo di un sistema pEEG durante l'anestesia generale con miorisoluzione al fine di ridurre il rischio di awareness (risveglio intraoperatorio con o senza recall).

Esito: Mediana 9 | IQR 7–9 | Accordo 100%

2.2 Il panel ritiene che sia consigliato utilizzare un sistema pEEG durante l'anestesia generale con o senza miorisoluzione al fine di ridurre il rischio di sovradosaggio dei farmaci ipnotici e i pattern EEG di burst-suppression e soppressione al fine di ridurre il rischio di generare instabilità emodinamica (ipotensione arteriosa/ipoperfusione sistemica) e le conseguenze da esso derivate (e.g. AKI, MINS) oltre al rischio di delirium e incremento del rischio di declino neuro-cognitivo post-operatorio.

Esito: Mediana 9 | IQR 7–9 | Accordo 100%

2.3 Il panel ritiene appropriata l'osservazione continua delle tracce grezze EEG e i parametri da esse derivati (DSA, BS/BSr, EMG, asimmetria, SEF) al fine di identificare rapidamente i cambiamenti dei pattern EEG, identificare eventuali artefatti ed avere un quadro completo dell'attività corticale frontale mono o bi-laterale.

Esito: Mediana 8 | IQR 7–9 | Accordo 100%

Per quanto il fenomeno di awareness sia basso in anestesia (0,1-0,2%) esso si associa a gravissime conseguenze per il paziente (e.g. disturbo post-traumatico da stress) e profonde ripercussioni medico-legali per clinico. La probabilità di awareness è significativamente più bassa quando l'anestesia generale è guidata dall'elettroencefalografia specialmente in caso di anestesia totalmente endovenosa. Esiste un'enorme ed imprevedibile variabilità inter-individuale nella relazione dose-risposta ai farmaci ipnotici e analgesici ^[19, 20]. È fondamentale sottolineare che il fenomeno del risveglio a paziente curarizzato è molto alto nelle condizioni di emergenza in area critica (e.g. pronto soccorso, terapia intensiva) con incidenze che arrivano ad oltre il 12% dei casi investigati ^[20, 21, 22, 23, 24, 25].

I pattern EEG di BS e soppressione si associano ad instabilità emodinamica conseguente alla riduzione dose-dipendente dell'attività del sistema nervoso autonomo in seguito alla somministrazione di ipnotici (e.g. propofol, alogenati) e analgesici oppioidi ^[13, 26, 27].

Questo determina una riduzione del tono vascolare sia sul versante arterioso che venoso con conseguente riduzione della pressione di perfusione degli organi, della pressione media di riempimento sistemico e, conseguentemente, riduzione del ritorno venoso e della portata cardiaca ^[13, 26, 28].

Ipotensione e pattern EEG da sovradosaggio si associano a peggiori outcome funzionali (e.g. AKI, delirium, declino neuro-cognitivo, MINS). Recenti studi randomizzati hanno dimostrato che l'anestesia generale guidata da elettroencefalografia si associa a maggiore stabilità emodinamica testimoniato da un minore dosaggio di farmaci vasocostrittori settati su un determinato target di pressione arteriosa media ^[28, 29, 30].

Secondo le **linee guida della Società Europea di Cardiologia con l'endorsement della Società Europea di Anestesia e Terapia Intensiva**, nel 2022, hanno stabilito che il monitoraggio della profondità dell'anestesia dovrebbe essere mandatorio al fine, anche, di favorire una maggiore stabilità emodinamica ^[31]. La riduzione dei farmaci dell'anestesia è una strategia consigliata per ridurre l'incidenza di ipotensione intra-operatoria. È però evidente che in assenza di un monitoraggio EEG questo non sia applicabile senza rischiare di esporre il paziente al rischio di awareness specialmente in condizioni di instabilità emodinamica anche indipendente dai farmaci dell'anestesia (e.g. emorragia, tamponamento cardiaco, pneumotorace iperteso, stati di shock) quando gli indicatori, indiretti e fallaci, di profondità dell'anestesia perdono la loro residua e minima validità (pressione arteriosa, frequenza cardiaca, modificazioni di pressione e frequenza).

Indipendentemente da pressione e perfusione, i pattern EEG di BS e soppressione sono associati allo sviluppo di

delirium post-operatorio. Recenti review sistematiche e meta-analisi hanno dimostrato una forte associazione tra questi due fenomeni [9, 10, 32, 33, 34, 25, 26, 37].

L'EEG durante anestesia può aggiungere informazioni sulla stratificazione della fragilità del paziente e del rischio post-operatorio. Infatti, recenti investigazioni hanno dimostrato un'associazione tra una debole attività alfa (low alpha power, poca rappresentazione di EEG alla frequenza di 8-13 Hz) e la mortalità a 30 giorni, ad 1 anno e un aumentato rischio di dimissione verso aree di riabilitazione a lungo-termine [38, 39].

Come precedentemente sottolineato, l'osservazione diretta delle tracce EEG consente di anticipare le modifiche dell'indicazione adimensionale di profondità dell'anestesia. Detto indicatore, infatti, deriva dalla processazione delle tracce attraverso un algoritmo proprietario. L'algoritmo impiega un tempo minimo (variabile da *device* a *device*) dell'ordine dei 10-60 secondi circa prima di mostrare all'operatore in nuovo valore in seguito al cambiamento del pattern EEG. Inoltre, l'osservazione contemporanea di altre informazioni aggiuntive consente al clinico di avere un quadro più completo [36].

Ad esempio, il DSA fornisce alcune indicazioni aggiuntive come la visualizzazione delle potenze EEG (banda gamma, beta, alfa, teta, delta) sia al momento dell'osservazione (in diretta) che nei minuti precedenti (la durata dipende dal device) [18]. Consente, inoltre, di riportare le bande al tipo di farmaco utilizzato (e.g. propofol vs. alogenati), di identificare la potenza della banda alfa per l'identificazione del paziente ad alto rischio. Il SEF aiuta ad osservare l'andamento nel tempo della profondità dell'anestesia. Il valore o grafico di asimmetria permette di identificare eventuali differenze tra l'emisfero destro e sinistro (e.g. arteriopatia del circolo extra-intra-cranico, altra patologia cerebrale, afferenze da stimolazione algica) qualora si adottino un sensore bilaterale. Infine, il valore EMG può aiutare il clinico a capire se l'attività dei muscoli del volto possono in qualche modo influenzare l'indicatore adimensionale di profondità (verso valori più elevati di quelli teoricamente derivanti dal pattern EEG) [18, 36].

MACROAREA TEMATICA 3 - PEEG IN ANESTESIA NEL PAZIENTE PEDIATRICO

3.1 Il panel ritiene che l'uso di un sistema pEEG durante l'anestesia generale pediatrica con o senza miorisoluzione sia utile al fine di ridurre il rischio di BS e la dose dei farmaci anestetici generali che in questa categoria di pazienti si associa a delirium al risveglio (c.d. emergence delirium).

Esito: Mediana 8 | IQR 7–9 | Accordo 100%

3.2 Il panel ritiene che possa esserci un utilizzo differenziato in pazienti di età superiore o inferiore a 10 anni. Per i pazienti di età superiore a 10 anni l'utilizzo del pEEG è assimilabile, per sviluppo neurofisiologico, a quello del paziente adulto. Per i pazienti con età inferiore a 10 anni può rendersi necessario l'uso di sensori pediatrici, l'utilizzo di algoritmi dedicati per l'analisi e la processazione della traccia grezza e degli altri parametri derivati (vedi statement 3).

Esito: Mediana 8 | IQR 7–9 | Accordo 100%

3.3 Il panel ritiene fondamentale nel paziente pediatrico, specie per le età al di sotto di 10 anni, l'osservazione continua delle tracce grezze EEG e i parametri da esse derivati (DSA, BS, BSr, EMG, asimmetria, SEF) al fine di identificare rapidamente i cambiamenti dei pattern EEG, identificare eventuali artefatti ed avere un quadro completo dell'attività corticale frontale.

Esito: Mediana 9 | IQR 7–9 | Accordo 100%

L'anestesia generale pediatrica si affida da sempre a parametri clinici per il monitoraggio della profondità. Le peculiarità dell'anestesia pediatrica sono che la tecnica inalatoria rappresenta una modalità prevalente di induzione e mantenimento dell'ipnosi e che la dose anestetica somministrata secondo MACage varia con l'età dei pazienti. Inoltre, è certamente molto difficile identificare correttamente fenomeni di awareness nel paziente che non sa comunicare o verbalizzare. Infine episodi di sovradosaggio di anestesia, ipotensione ed emergence delirium sono essere particolarmente frequenti nel paziente pediatrico. Tutte queste caratteristiche implicano un razionale particolarmente forte per un'applicazione routinaria del neuromonitoraggio durante anestesia. Una delle maggiori resistenze all'utilizzo di monitoraggio pEEG in pediatria è legato all'incertezza relativa all'efficacia dell'algoritmo di processazione della traccia grezza nei piccoli pazienti.^[18, 40] La attuale evidenza ottenuta grazie a studi clinici e di neurofisiologia ci consente di stabilire che i pazienti di età superiore ai 10 anni, circa, hanno raggiunto uno sviluppo completo dell'attività alfa e delta frontale in risposta a farmaci GABAergici e risultano, quindi, sostanzialmente assimilabili ai pazienti adulti per indicazioni, benefici e limiti dell'applicazione della metodica pEEG^[41, 42, 43]. Per i pazienti di età inferiore, come anche nei pazienti adulti con encefalopatia, l'analisi della traccia grezza e la conoscenza dei fenomeni di neurosviluppo (in particolare: elevato power EEG nella fascia 2-10 anni che potrebbe sovrastimare l'indice processato e l'assenza o la scarsa rappresentazione dell'attività alfa frontale dopo anestesia nel neonato fino a circa i 2 anni di età) si rendono necessari per un'applicazione consapevole di questo monitoraggio. La presenza del DSA e del SEF rappresentano in questi pazienti strumenti fondamentali per facilitare la comprensione della traccia grezza^[44, 45, 46].

Anche nel pediatrico, i pattern EEG di BS e soppressione possono essere frequenti, in qualunque fascia di età, e possono associarsi ad instabilità emodinamica con conseguente rischio di ipoperfusione multiorganica^[47]. Recenti studi prospettici randomizzati, inoltre, hanno dimostrato che l'anestesia generale guidata da EEG si associa ad un minore dosaggio di farmaci anestetici con riduzione dell'incidenza di emergence delirium^[47]. Altri studi hanno dimostrato la fattibilità di anestesia EEG guidata in pazienti di età inferiore ai 10 anni mediante SEF e DSA^[48, 49].

MACROAREA TEMATICA 4 - PEEG IN TERAPIA INTENSIVA ADULTA E PEDIATRICA

4.1 Il panel di esperti ritiene che sia ragionevole utilizzare un sistema pEEG nei pazienti che richiedono sedazione ad un livello di RASS di ≤ -3 , con o senza miorisoluzione, al fine di ridurre il rischio di sovradosaggio dei farmaci ipnotici e i pattern pEEG di BS e per ridurre il rischio di generare o peggiorare instabilità emodinamica (ipotensione arteriosa/ipoperfusione sistemica) e le conseguenze da esso derivate (e.g. delirium, incremento del numero di giorni in ventilazione meccanica, incremento della permanenza in terapia intensiva e in ospedale).

Esito: Mediana 9 | IQR 7–9 | Accordo 92,9%

4.2 Il panel di esperti consiglia l'osservazione continua delle tracce grezze pEEG e i parametri da esse derivati (DSA, BS/BSr, EMG, asimmetria, SEF) al fine di identificare rapidamente i cambiamenti dei pattern pEEG e di identificare la presenza di eventuali artefatti e per ridurre il rischio di sovradosaggio dei farmaci ipnotici e i pattern EEG di burst-suppression e soppressione al fine di ridurre il rischio di generare instabilità emodinamica (ipotensione arteriosa/ipoperfusione sistemica) e le conseguenze da esso derivate oltre al rischio di delirium.

Esito: Mediana 9 | IQR 7–9 | Accordo 100%

4.3 Il panel di esperti consiglia l'implementazione di corsi di formazione specifici per medici anestesisti ed intensivisti, volti a sviluppare competenze solide ed eventualmente avanzate nell'utilizzo dell'EEG grezze e i parametri da esse derivati (DSA, BS/BSr, EMG, asimmetria, SEF). La formazione strutturata su questa tecnologia è ritenuta essenziale per ottimizzare la gestione dei pazienti critici e migliorare gli standard di cura in terapia intensiva.

Esito: Mediana 9 | IQR 7–9 | Accordo 100%

La sedazione in terapia intensiva adulta e pediatrica è uno dei capisaldi del trattamento quotidiano del paziente critico. La stragrande maggioranza di questi pazienti necessita di vari livelli di sedazione a seconda delle patologie, delle necessità cliniche e delle eventuali comorbidità (e.g. insufficienza renale/epatica con potenziale accumulo di farmaci). Molti aspetti della fisiopatologia dei pazienti critici sono normalmente monitorabili (e.g. la funzione cardiocircolatoria, respiratoria, renale). Tuttavia, un'area particolarmente negletta è quella che riguarda la valutazione bedside degli effetti "clinici" della sedazione sulla funzione cerebrale che può essere ottenuta attraverso lo studio del pEEG grezzo ed i parametri ad esso correlati. La necessità di avere questo monitoraggio nasce dal fatto che il sovradosaggio farmacologico, oltre a rappresentare un rischio importante di BS, correlato ad una ridotta perfusione cerebrale e ad un aumentato rischio di complicanze neurologiche^[12,57], possa avere un impatto emodinamico importante con ipotensione e ipoperfusione cerebrale e portare all'uso di vasopressori a loro volta responsabili di potenziali effetti collaterali. Non solo, il sovradosaggio può essere responsabile di delirium, di incapacità di acquisire una ventilazione spontanea adeguata ed in buona sostanza può rappresentare un ostacolo al weaning dalla ventilazione meccanica, con tutto ciò che questo comporta in termini di infezioni e quant'altro. L'aspetto più eclatante che deriva da quanto sopra è che la sedazione profonda, non adeguatamente monitorata, può essere responsabile di un incremento della durata della degenza in terapia intensiva e in ospedale.

L'interpretazione corretta del pEEG richiede la valutazione integrata della traccia grezza e dei parametri derivati. L'analisi visiva della traccia grezza è essenziale per distinguere pattern fisiologici da artefatti tecnici^[58]. La presenza di artefatti (e.g. muscolari, elettrici) può compromettere l'accuratezza del monitoraggio e condurre a decisioni cliniche errate. Inoltre, variazioni nei pattern EEG possono riflettere cambiamenti neurologici, farmacologici o metabolici, rendendo cruciale una sorveglianza continua^[12].

Tuttavia, è bene ricordare che l'interpretazione del pEEG richiede conoscenze neurofisiologiche e competenze tecniche che potrebbero non essere incluse nei percorsi formativi tradizionali. La formazione specifica migliora la capacità di interpretazione del pEEG e la qualità delle decisioni cliniche e consente di ridurre gli errori interpretativi, migliorare la confidenza degli operatori e promuovere una cultura di monitoraggio neurofisiologico avanzato. Le società scientifiche raccomandano programmi educazionali per l'adozione di tecnologie avanzate in terapia intensiva.

MACROAREA TEMATICA 5 - ARTEFATTI

5.1 Il panel suggerisce che l'anestesista abbia familiarità con i principali artefatti del tracciato pEEG. Essi possono essere classificati come provenienti dall'ambiente esterno al paziente (e.g. sistemi di riscaldamento del paziente, elettrobisturi) o dall'attività elettrica del paziente non proveniente dal tessuto cerebrale (artefatti muscolari, ECG)

Esito: Mediana 9 | IQR 7–9 | Accordo 100%

5.2 Il panel suggerisce che si debba sempre verificare che l'indice di ipnosi del pEEG sia compatibile con 1. gli altri parametri forniti dal pEEG, 2. la condizione clinica del paziente (e.g. emodinamica e perfusione cerebrale), 3. la dose e la tipologia dei sedativi somministrati, 4. il grado di stimolazione cui il paziente è sottoposto, 5. la traccia dell'EEG grezzo

Esito: Mediana 9 | IQR 7–9 | Accordo 100%

Un artefatto EEG è qualunque segnale che venga registrato dall'EEG che non sia però generato dal cervello.

Il pEEG utilizza un segnale elettroencefalografico che proviene da pochi elettrodi posizionati sulla fronte del paziente e il rischio di osservare indici non correlati con la profondità dell'anestesia è elevato. Pertanto, l'anestesista deve conoscere i principali artefatti che possono presentarsi in modo da identificarli precocemente e non interpretarli in modo scorretto.

Questi possono essere legati a correnti elettriche che provengono dall'ambiente, da tessuti non cerebrali del paziente (e.g. muscoli, cuore) o da attività cerebrale non correlata con la profondità dell'anestesia ^{[25], [32]}.

Gli artefatti legati a correnti generate da dispositivi elettrici presenti nell'ambiente sono frequenti e generalmente semplici da identificare. Sono legati alla presenza di elettrobisturi, sistemi di riscaldamento del paziente, ma anche pacemaker o altri tipi di dispositivi impiantati sul paziente ^[59, 60]. Generalmente i monitor pEEG sono dotati di filtri in grado di riconoscere gli artefatti più frequenti "proteggendo" l'algoritmo di analisi della traccia in modo da evitare oscillazioni incongrue dell'indice di profondità ^[11].

In tal senso, gli artefatti muscolari sono generalmente identificati dai pEEG più recenti, e vengono filtrati e registrati come indici numerici separati (e.g. EMG). Tuttavia, talvolta può essere difficile differenziarli dall'attività elettrica cerebrale. Recenti studi aneddotici hanno mostrato che in volontari sottoposti a bloccanti neuromuscolari in assenza di sedazione, gli indici di ipnosi del pEEG risultavano significativamente ridotti ^[52, 53].

Quale sia il motivo non è del tutto chiaro. È possibile che gli indici del pEEG rilevino non solo l'attività elettrica del muscolo, ma anche le afferenze centrali dei recettori muscolari. In attesa di studi ulteriori, il panel rinforza le raccomandazioni già espresse sulla necessità di una attenta lettura della traccia grezza, in particolare quando si somministrano farmaci bloccanti neuromuscolari ^[53].

Anche l'attività elettrocardiografica può essere falsamente registrata dai pEEG, in particolare quando questa è particolarmente ridotta, come durante sedazione profonda o nei pazienti con pregresse lesioni neurologiche ^[54, 55]. I sistemi di filtraggio generalmente sono efficaci nel riconoscerla per effetto della sua ampiezza e ritmicità ^[11]. Gli artefatti più difficili da identificare sono probabilmente quelli provenienti dall'attività cerebrale non correlata alla profondità dell'anestesia.

Le modificazioni degli indici di ipnosi collegate con l'età devono essere ben note, in quanto con l'invecchiamento, a parità di piano di anestesia, gli indici pEEG sono più alti, suggerendo quindi una maggiore necessità di anestetico ^[56, 57]. Paradossalmente invece, l'età avanzata si associa ad una minor richiesta di anestetici, e questo può facilmente indurre una condizione di BS, con maggior rischio di delirium post-operatorio e/o di disfunzione cognitiva post-operatoria ^[58]. Fenomeni analoghi si verificano in condizioni differenti dall'età avanzata, ed in particolare nelle demenze, nel morbo di Parkinson, in pazienti con lesioni cerebrali pregresse. Queste condizioni identificano uno stato di fragilità noto come "vulnerable brain", in cui il rischio di errori derivanti da una scorretta lettura degli indici dei pEEG è elevato ^[59].

Infine, alcuni artefatti costituiscono dei cosiddetti “false friends”, ovvero identificano condizioni che non corrispondono alla profondità dell'anestesia, ma la cui osservazione possiede un importante significato clinico ^[60]. Fra questi, vi sono le modificazioni indotte dall'ischemia, che si associano ad una significativa riduzione degli indici di ipnosi ^[61], o la presenza di crisi epilettiche, durante le quali sia gli indici di ipnosi che di attività muscolare incrementano bruscamente ^[62].

Infatti, è opportuno sottolineare che alterazioni fisiopatologiche non propriamente correlate all'uso dei farmaci dell'anestesia possano influenzare a vario titolo e in differenti modi l'attività cerebrale determinando un'influenza anche sull'algoritmo di analisi della traccia grezza (e.g. farmaci non anestetici generali – anestetici locali come la lidocaina, magnesio solfato, farmaci oppioidi - lesioni cerebrali acute o croniche, encefalo di pazienti fragili , ipoperfusione/ ipossia cerebrale). Questo non significa che la traccia grezza non sia affidabile ma piuttosto che possa rappresentare il risultato di un'interazione di più molecole e/o fattori fisiopatologici (e.g. encefalopatia settica in paziente con o meno DO_2 cerebrale inadeguato).



MACROAREA TEMATICA 6 - PEEG ED OUTCOME NEUROLOGICI ED EMODINAMICI

6.1 Il panel suggerisce di utilizzare un sistema di monitoraggio di pEEG nel paziente in sala operatoria e in terapia intensiva, al fine di ridurre il rischio di sotto-dosaggio farmacologico (per evitare fenomeni di awareness) e di ridurre la durata degli eventuali periodi di BS e di sovra-dosaggio.

Esito: Mediana 9 | IQR 7–9 | Accordo 100%

6.2 Il panel suggerisce di monitorare e ottimizzare la profondità dell'anestesia per titolare le dosi dei farmaci anestetici e ridurre gli effetti collaterali emodinamici. Questo al fine di evitare fenomeni di BS e ridurre il rischio di delirium post-operatorio e altre complicanze (e.g. AKI, MINS, disturbi/declino cognitivo); la riduzione della potenza delle onde alpha riportate nel DSA può aiutare nell'individuare i pazienti più fragili e/o vulnerabili dal punto di vista neurologico.

Esito: Mediana 9 | IQR 7–9 | Accordo 100%

6.3 Il panel suggerisce di utilizzare il monitoraggio pEEG con lo scopo di limitare gli effetti emodinamici dei farmaci dell'anestesia, riducendo il rischio di ipoperfusione cerebrale e sistemica, delirium e complicanze cerebrali post-operatorie.

Esito: Mediana 8 | IQR 7–9 | Accordo 100%

La maggior parte delle tecniche anestesiológicas, con effetti in parte variabili ed individuali, riducono il tono simpatico, con successiva riduzione vasodilatazione riduzione, riduzione della pressione media di riempimento sistemico e, quindi, del ritorno venoso, riduzione dello stroke volume, riduzione della gittata cardiaca, delle resistenze periferiche e, infine, della pressione arteriosa. Il mantenimento di un adeguato trasporto e distribuzione di ossigeno sia in periferia che al sistema nervoso centrale è di importanza fondamentale in particolare nel paziente con patologie cardiovascolari. Il monitoraggio della profondità dell'anestesia con sistema pEEG può aiutare ad ottimizzare il dosaggio dei farmaci anestetici ed evitare l'anestesia troppo profonda riducendo quindi la probabilità o l'entità dei suoi effetti avversi emodinamici ^[31, 63]. In un trial randomizzato condotto su 96 pazienti sottoposti a chirurgia vascolare, il dosaggio medio di noradrenalina peri-operatoria per il supporto emodinamico si è ridotto di circa un terzo nel gruppo in cui l'anestesia era ottimizzata attraverso l'utilizzo del pEEG in confronto con anestesia condotta senza monitoraggio pEEG ^[64].

Il monitoraggio pEEG può aiutare a identificare i pazienti a maggior rischio di complicanze neurologiche postoperatorie ed outcome sfavorevoli; in particolare, quei pazienti che durante l'anestesia hanno bassa pressione arteriosa media, basso valore BIS dal monitoraggio pEEG nonostante un basso dosaggio di anestesia inalatoria, hanno una mortalità più elevata ed una degenza ospedaliera più prolungata ^[48]. Questo famoso studio è stato oggetto di ampie interpretazioni. Quella verosimilmente più solida vede nel "triplo basso" il fenotipo di paziente particolarmente fragile.

Analogamente, l'evidenza di una bassa potenza delle onde alfa e la durata della BS (entrambi dati grezzi della tecnologia pEEG) sono associati a maggior rischio di insorgenza di delirium e di disturbi cognitivi post-operatori ^[3]. Alcuni lavori e meta-analisi hanno inoltre dimostrato che l'anestesia pEEG-guidata si associa ad una riduzione di delirium e di disturbi cognitivi post-operatori ^[3].

L'evidenza di riduzione del rischio di delirium con monitoraggio pEEG è tuttavia debole e forse inficiata da una minore affidabilità dell'indice pEEG nei pazienti più anziani, in relazione a minore attività corticale e potenza del segnale EEG e riduzione non omogenea della potenza delle differenti bande di frequenza EEG ^[37].

Le recenti linee guida della Società Europea di Anestesia e Terapia Intensiva (ESAIC) sul delirium postoperatorio, di conseguenza, suggeriscono la formazione degli anestesisti per la corretta interpretazione di più parametri evidenziabili con i sistemi pEEG, ossia il DSA ed il pattern di BS; il training sulla lettura della traccia grezza EEG e del DSA può aiutare ad evitare sovradosaggio di anestesia nei pazienti più vulnerabili ^[10]

BIBLIOGRAFIA

- [1] C. Aldecoa et al., "Update of the European Society of Anaesthesiology and Intensive Care Medicine evidence-based and consensus-based guideline on postoperative delirium in adult patients," *Eur J Anaesthesiol*, Aug. 2023, doi: 10.1097/EJA.0000000000001876.
- [2] R. V. Mather et al., "Intraoperative Frontal Electroencephalogram Alpha Power Is Associated with Postoperative Mortality and Other Adverse Outcomes," *Anesthesiology*, vol. 142, no. 3, pp. 500–510, Mar. 2025, doi: 10.1097/ALN.0000000000005315.
- [3] C. S. Guay, U. Agrawal, B. Tseng, S. Gallo, D. R. Schreier, and E. N. Brown, "Clinical Electroencephalography for Anesthesiologists and Intensivists: Part 2—Physiologic Signatures and Active Management," *Anesthesiology*, vol. 143, no. 6, pp. 1595–1618, Dec. 2025, doi: 10.1097/ALN.0000000000005739.
- [4] S. Halvorsen et al., "2022 ESC Guidelines on cardiovascular assessment and management of patients undergoing non-cardiac surgery," *Eur Heart J*, vol. 43, no. 39, pp. 3826–3924, Oct. 2022, doi: 10.1093/eurheartj/ehac270.
- [5] M. R. Isley, H. L. Edmonds, and M. Stecker, "Guidelines for intraoperative neuromonitoring using raw (analog or digital waveforms) and quantitative electroencephalography: a position statement by the American Society of Neurophysiological Monitoring," *J Clin Monit Comput*, vol. 23, no. 6, pp. 369–390, Dec. 2009, doi: 10.1007/s10877-009-9191-y.
- [6] A. F. Nimmo et al., "Guidelines for the safe practice of total intravenous anaesthesia (TIVA)," *Anaesthesia*, vol. 74, no. 2, pp. 211–224, Feb. 2019, doi: 10.1111/anae.14428.
- [7] M. T. V. Chan et al., "American Society for Enhanced Recovery and Perioperative Quality Initiative Joint Consensus Statement on the Role of Neuromonitoring in Perioperative Outcomes: Electroencephalography," *Anesth Analg*, vol. 130, no. 5, pp. 1278–1291, May 2020, doi: 10.1213/ANE.0000000000004502.
- [8] S. T. Herman et al., "Consensus Statement on Continuous EEG in Critically Ill Adults and Children, Part II," *Journal of Clinical Neurophysiology*, vol. 32, no. 2, pp. 96–108, Apr. 2015, doi: 10.1097/WNP.000000000000165.
- [9] B. Saugel et al., "Intra-operative haemodynamic monitoring and management of adults having noncardiac surgery," *Eur J Anaesthesiol*, vol. 42, no. 6, pp. 543–556, Jun. 2025, doi: 10.1097/EJA.0000000000002174.
- [10] S. Romagnoli, F. A. Lobo, E. Picetti, F. A. Rasulo, C. Robba, and B. Matta, "Non-invasive technology for brain monitoring: definition and meaning of the principal parameters for the International PRACTICE On TEchnology neuro-monitoring group (I-PROTECT)," Aug. 01, 2024, Springer Science and Business Media B.V. doi: 10.1007/s10877-024-01146-1.
- [11] I. J. Rampil, "A Primer for EEG Signal Processing in Anesthesia," *Anesthesiology*, vol. 89, no. 4, pp. 980–1002, Oct. 1998, doi: 10.1097/00000542-199810000-00023.
- [12] P. L. Purdon, A. Sampson, K. J. Pavone, and E. N. Brown, "Clinical Electroencephalography for Anesthesiologists," *Anesthesiology*, vol. 123, no. 4, pp. 937–960, Oct. 2015, doi: 10.1097/ALN.0000000000000841.
- [13] T. J. Ebert, "Sympathetic and Hemodynamic Effects of Moderate and Deep Sedation with Propofol in Humans," *Anesthesiology*, vol. 103, no. 1, pp. 20–24, Jul. 2005, doi: 10.1097/00000542-200507000-00007.
- [14] M. M. Bottros et al., "Estimation of the Bispectral Index by Anesthesiologists," *Anesthesiology*, vol. 114, no. 5, pp. 1093–1101, May 2011, doi: 10.1097/ALN.0b013e31820e7c5c.
- [15] M. D. Kertai et al., "Bispectral Index Monitoring, Duration of Bispectral Index Below 45, Patient Risk Factors,



and Intermediate-term Mortality after Noncardiac Surgery in the B-Unaware Trial," *Anesthesiology*, vol. 114, no. 3, pp. 545–556, Mar. 2011, doi: 10.1097/ALN.0b013e31820c2b57.

[16] K. K. Thomsen et al., "Processed electroencephalography-guided general anesthesia and norepinephrine requirements: A randomized trial in patients having vascular surgery," *J Clin Anesth*, vol. 95, Aug. 2024, doi: 10.1016/j.jclinane.2024.111459.

[17] T. W. Templeton et al., "<scp>BIS</scp> Guided Titration of Sevoflurane in Pediatric Patients Undergoing Elective Surgery: A Randomized Controlled Trial," *Pediatric Anesthesia*, vol. 35, no. 4, pp. 277–286, Apr. 2025, doi: 10.1111/pan.15057.

[18] I. J. de Heer, H. A. C. Raab, J. de Vries, G. Karaöz Bulut, and F. Weber, "The Influence of Electroencephalographic Density Spectral Array Guidance of Sevoflurane Administration on Recovery From General Anesthesia in Children. A Randomized Controlled Trial," *Pediatric Anesthesia*, vol. 35, no. 4, pp. 287–293, Apr. 2025, doi: 10.1111/pan.15065.

[19] R. D. Pappal, B. W. Roberts, W. Winkler, L. H. Yaegar, R. J. Stephens, and B. M. Fuller, "Awareness With Paralysis in Mechanically Ventilated Patients in the Emergency Department and ICU: A Systematic Review and Meta-Analysis*," *Crit Care Med*, vol. 49, no. 3, pp. e304–e314, Mar. 2021, doi: 10.1097/CCM.0000000000004824.

[20] W. Z. Chew et al., "Bispectral Index (BIS) Monitoring and Postoperative Delirium in Elderly Patients Undergoing Surgery: A Systematic Review and Meta-Analysis With Trial Sequential Analysis," *J Cardiothorac Vasc Anesth*, vol. 36, no. 12, pp. 4449–4459, Dec. 2022, doi: 10.1053/j.jvca.2022.07.004.

[21] L. Ling, T. X. Yang, and S. W. K. Lee, "Effect of Anaesthesia Depth on Postoperative Delirium and Postoperative Cognitive Dysfunction in High-Risk Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis," *Cureus*, Oct. 2022, doi: 10.7759/cureus.30120.

[22] S.-K. Park, D. W. Han, C. H. Chang, H. Jung, H. Kang, and Y. Song, "Association between Intraoperative Electroencephalogram Burst Suppression and Postoperative Delirium: A Systematic Review and Meta-analysis," *Anesthesiology*, vol. 142, no. 1, pp. 107–120, Jan. 2025, doi: 10.1097/ALN.0000000000005255.

[23] M. Sumner et al., "Processed electroencephalography-guided general anaesthesia to reduce postoperative delirium: a systematic review and meta-analysis," Feb. 01, 2023, Elsevier Ltd. doi: 10.1016/j.bja.2022.01.006.

[24] E. N. Brown, R. Lydic, and N. D. Schiff, "General Anesthesia, Sleep, and Coma," *New England Journal of Medicine*, vol. 363, no. 27, pp. 2638–2650, Dec. 2010, doi: 10.1056/NEJMr0808281.

[25] C. Bennett, L. J. Voss, J. P. M. Barnard, and J. W. Sleight, "Practical use of the raw electroencephalogram waveform during general anesthesia: The art and science," *Anesth Analg*, vol. 109, no. 2, pp. 539–550, 2009, doi: 10.1213/ane.0b013e3181a9fc38.

[26] S. Abid et al., "A Simplified Electroencephalography Montage and Interpretation for Evaluation of Comatose Patients in the ICU," *Crit Care Explor*, vol. 4, no. 11, p. e0781, Nov. 2022, doi: 10.1097/CCE.0000000000000781.

[27] A. Caricato et al., "Continuous EEG monitoring by a new simplified wireless headset in intensive care unit," *BMC Anesthesiol*, vol. 20, no. 1, p. 298, Dec. 2020, doi: 10.1186/s12871-020-01213-5.

[28] B. G. Fahy and D. F. Chau, "The Technology of Processed Electroencephalogram Monitoring Devices for Assessment of Depth of Anesthesia," *Anesth Analg*, vol. 126, no. 1, pp. 111–117, Jan. 2018, doi: 10.1213/ANE.0000000000002331.

[29] A. M. Bombardieri et al., "Practical Training of Anesthesia Clinicians in Electroencephalogram-Based Determination of Hypnotic Depth of General Anesthesia," *Anesth Analg*, vol. 130, no. 3, pp. 777–786, Mar. 2020, doi: 10.1213/ANE.0000000000004537.

[30] R. Zanner, S. Pilge, E. F. Kochs, M. Kreuzer, and G. Schneider, "Time delay of electroencephalogram index calculation: analysis of cerebral state, bispectral, and Narcotrend indices using perioperatively recorded

electroencephalographic signals," *Br J Anaesth*, vol. 103, no. 3, pp. 394–399, Sep. 2009, doi: 10.1093/bja/aep198.

[31] P. Laferrière-Langlois, L. Morisson, S. Jeffries, C. Duclos, F. Espitalier, and P. Richebé, "Depth of Anesthesia and Nociception Monitoring: Current State and Vision for 2050," *Anesth Analg*, vol. 138, no. 2, pp. 295–307, Feb. 2024, doi: 10.1213/ANE.0000000000006860.

[32] A. A. Dahaba, "Different Conditions That Could Result in the Bispectral Index Indicating an Incorrect Hypnotic State," *Anesth Analg*, vol. 101, no. 3, pp. 765–773, Sep. 2005, doi: 10.1213/01.ane.0000167269.62966.af.

[33] D. Hight et al., "Five commercial 'depth of anaesthesia' monitors provide discordant clinical recommendations in response to identical emergence-like EEG signals," *Br J Anaesth*, vol. 130, no. 5, pp. 536–545, May 2023, doi: 10.1016/j.bja.2022.12.026.

[34] A. Fleischmann, M.-T. Georgii, J. Schuessler, G. Schneider, S. Pilge, and M. Kreuzer, "Always Assess the Raw Electroencephalogram: Why Automated Burst Suppression Detection May Not Detect All Episodes," *Anesth Analg*, vol. 136, no. 2, pp. 346–354, Feb. 2023, doi: 10.1213/ANE.0000000000006098.

[35] N. Pawar and O. L. Barreto Chang, "Burst Suppression During General Anesthesia and Postoperative Outcomes: Mini Review," *Front Syst Neurosci*, vol. 15, Jan. 2022, doi: 10.3389/fnsys.2021.767489.

[36] R. Searle and P. M. Hopkins, "Pharmacogenomic variability and anaesthesia," *Br J Anaesth*, vol. 103, no. 1, pp. 14–25, Jul. 2009, doi: 10.1093/bja/aep130.

[37] T. W. Schnider, C. F. Minto, T. D. Egan, and M. Filipovic, "Relationship Between Propofol Target Concentrations, Bispectral Index, and Patient Covariates During Anesthesia," *Anesth Analg*, vol. 132, no. 3, pp. 735–742, Mar. 2021, doi: 10.1213/ANE.0000000000005125.

[38] B. E. Driver et al., "Recall of Awareness During Paralysis Among ED Patients Undergoing Tracheal Intubation," *Chest*, vol. 163, no. 2, pp. 313–323, Feb. 2023, doi: 10.1016/j.chest.2022.08.2232.

[39] B. M. Fuller et al., "Awareness With Paralysis Among Critically Ill Emergency Department Patients: A Prospective Cohort Study*," *Crit Care Med*, vol. 50, no. 10, pp. 1449–1460, Oct. 2022, doi: 10.1097/CCM.0000000000005626.

[40] R. D. Pappal et al., "The ED-AWARENESS Study: A Prospective, Observational Cohort Study of Awareness With Paralysis in Mechanically Ventilated Patients Admitted From the Emergency Department," *Ann Emerg Med*, vol. 77, no. 5, pp. 532–544, May 2021, doi: 10.1016/j.annemergmed.2020.10.012.

[41] S. Romagnoli, B. Matta, B. E. Driver, and L. Evered, "A plea for enhanced monitoring of depth of sedation in patients who are intubated and ventilated," *Crit Care*, vol. 28, no. 1, p. 342, Oct. 2024, doi: 10.1186/s13054-024-05105-9.

[42] B. Saugel and D. I. Sessler, "Perioperative Blood Pressure Management," *Anesthesiology*, vol. 134, no. 2, pp. 250–261, Feb. 2021, doi: 10.1097/ALN.0000000000003610.

[43] S. Romagnoli, B. Saugel, K. K. Thomsen, and B. Matta, "Perioperative Patients With Hemodynamic Instability: Consensus Recommendations of the Anesthesia Patient Safety Foundation. Call for an Additional Monitor," *Anesth Analg*, vol. 139, no. 3, pp. e25–e27, Sep. 2024, doi: 10.1213/ANE.0000000000007117.

[44] M. R. Mathis et al., "Preoperative Risk and the Association between Hypotension and Postoperative Acute Kidney Injury," *Anesthesiology*, vol. 132, no. 3, pp. 461–475, Mar. 2020, doi: 10.1097/ALN.0000000000003063.

[45] E. M. Wesselink, T. H. Kappen, H. M. Torn, A. J. C. Slooter, and W. A. van Klei, "Intraoperative hypotension and the risk of postoperative adverse outcomes: a systematic review," *Br J Anaesth*, vol. 121, no. 4, pp. 706–721, Oct. 2018, doi: 10.1016/j.bja.2018.04.036.

[46] M. Berger, K. J. Schenning, C. H. Brown, S. G. Deiner, R. A. Whittington, and R. G. Eckenhoff, "Best Practices for Postoperative Brain Health," *Anesth Analg*, vol. 127, no. 6, pp. 1406–1413, Dec. 2018, doi: 10.1213/ANE.0000000000003841.



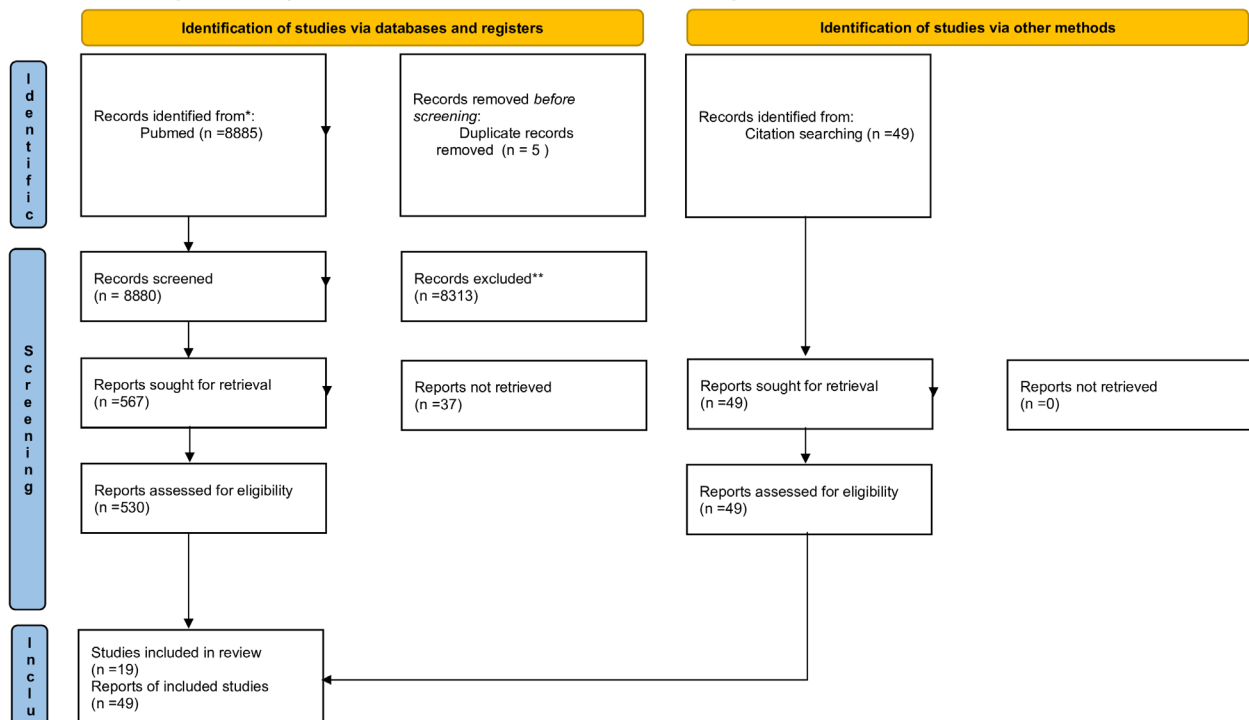
- [47] S. Vacas, C. Canales, S. G. Deiner, and D. J. Cole, "Perioperative Brain Health in the Older Adult: A Patient Safety Imperative," *Anesth Analg*, vol. 135, no. 2, pp. 316–328, Aug. 2022, doi: 10.1213/ANE.0000000000006090.
- [48] D. I. Sessler et al., "Hospital Stay and Mortality Are Increased in Patients Having a 'Triple Low' of Low Blood Pressure, Low Bispectral Index, and Low Minimum Alveolar Concentration of Volatile Anesthesia," *Anesthesiology*, vol. 116, no. 6, pp. 1195–1203, Jun. 2012, doi: 10.1097/ALN.0b013e31825683dc.
- [49] Z. Ricci et al., "Monitoring anesthesia depth with patient state index during pediatric surgery," *Paediatr Anaesth*, vol. 33, no. 10, pp. 855–861, Oct. 2023, doi: 10.1111/pan.14711.
- [50] C. L. Bong and I. Yuan, "The Utility of Electroencephalography in Guiding General Anesthesia in Children," *Anesth Analg*, Oct. 2024, doi: 10.1213/ANE.0000000000007230.
- [51] J. C. Martin, D. T. J. Liley, C. F. L. A. Beer, and A. J. Davidson, "Topographical Features of Pediatric Electroencephalography during High Initial Concentration Sevoflurane for Inhalational Induction of Anesthesia," *Anesthesiology*, vol. 140, no. 5, pp. 890–905, May 2024, doi: 10.1097/ALN.0000000000004902.
- [52] O. Akeju et al., "Age-dependency of sevoflurane-induced electroencephalogram dynamics in children," *Br J Anaesth*, vol. 115, pp. i66–i76, Jul. 2015, doi: 10.1093/bja/aev114.
- [53] Z. Wu, W. Yu, Y. Song, and P. Zhao, "General anaesthesia, the developing brain, and cerebral white matter alterations: a narrative review," *Br J Anaesth*, vol. 131, no. 6, pp. 1022–1029, Dec. 2023, doi: 10.1016/j.bja.2023.09.008.
- [54] I. Yuan et al., "Isoelectric Electroencephalography in Infants and Toddlers during Anesthesia for Surgery: An International Observational Study," *Anesthesiology*, vol. 137, no. 2, pp. 187–200, Aug. 2022, doi: 10.1097/ALN.0000000000004262.
- [55] I. Yuan et al., "Electroencephalographic Indices for Clinical Endpoints during Propofol Anesthesia in Infants: An Early-phase Propofol Biomarker-finding Study," *Anesthesiology*, vol. 141, no. 2, pp. 353–364, Aug. 2024, doi: 10.1097/ALN.0000000000005043.
- [56] S. Yoon et al., "Electroencephalography and Anesthetic Depth in Children Under 2 Years of Age: A Prospective Observational Study," *Pediatric Anesthesia*, vol. 35, no. 4, pp. 294–301, Apr. 2025, doi: 10.1111/pan.15058.
- [57] A. De Jong, G. Chanques, and S. Jaber, "Mechanical ventilation in obese ICU patients: from intubation to extubation," *Crit Care*, vol. 21, no. 1, p. 63, Mar. 2017, doi: 10.1186/s13054-017-1641-1.
- [58] S. Kreuer, J. Bruhn, R. Ellerkmann, S. Ziegeler, D. Kubulus, and W. Wilhelm, "Failure of two commercial indexes and spectral parameters to reflect the pharmacodynamic effect of desflurane on EEG," *J Clin Monit Comput*, vol. 22, no. 2, pp. 149–158, Apr. 2008, doi: 10.1007/s10877-008-9116-1.
- [59] J. D. Gallagher, "Pacer-induced Artifact in the Bispectral Index during Cardiac Surgery," *Anesthesiology*, vol. 90, no. 2, pp. 636–636, Feb. 1999, doi: 10.1097/0000542-199902000-00050.
- [60] T. M. Hemmerling and J. D. Fortier, "Falsely Increased Bispectral Index Values in a Series of Patients Undergoing Cardiac Surgery Using Forced-Air-Warming Therapy of the Head," *Anesth Analg*, vol. 95, no. 2, pp. 322–323, Aug. 2002, doi: 10.1097/0000539-200208000-00014.
- [61] M. Messner, U. Beese, J. Romstöck, M. Dinkel, and K. Tschaikowsky, "The Bispectral Index Declines During Neuromuscular Block in Fully Awake Persons," *Anesth Analg*, vol. 97, no. 2, pp. 488–491, Aug. 2003, doi: 10.1213/01.ANE.0000072741.78244.C0.
- [62] P. J. Schuller, S. Newell, P. A. Strickland, and J. J. Barry, "Response of bispectral index to neuromuscular block in awake volunteers," *Br J Anaesth*, vol. 115, pp. i95–i103, Jul. 2015, doi: 10.1093/bja/aev072.
- [63] A. S. Doyal, H. E. Doyal, D. N. Flynn, J. Schoenherr, J. J. Kwon, and P. Kumar, "Electrocardiographic Interference on Bispectral Index Monitor: A Case of Crossed Wires," *Cureus*, Sep. 2022, doi: 10.7759/cureus.29511.

- [64] T. Suzuki, S. Kimura, and T. Shinoda, "Appearance of an electrocardiogram tracing on a bispectral index monitor with plausible BIS values," *J Clin Monit Comput*, vol. 30, no. 1, pp. 123–124, Feb. 2016, doi: 10.1007/s10877-015-9678-7.
- [65] P. L. Purdon et al., "The Ageing Brain: Age-dependent changes in the electroencephalogram during propofol and sevoflurane general anaesthesia," *Br J Anaesth*, vol. 115, pp. i46–i57, Jul. 2015, doi: 10.1093/bja/aev213.
- [66] Y. R. Shao et al., "Low Frontal Alpha Power Is Associated With the Propensity for Burst Suppression: An Electroencephalogram Phenotype for a 'Vulnerable Brain,'" *Anesth Analg*, vol. 131, no. 5, pp. 1529–1539, Nov. 2020, doi: 10.1213/ANE.0000000000004781.
- [67] G. Zhao et al., "Application of quantitative electroencephalography in predicting early cerebral ischemia in patients undergoing carotid endarterectomy," *Front Neurol*, vol. 14, Apr. 2023, doi: 10.3389/fneur.2023.1159788.

ALLEGATO 1 – STRINGHE DI RICERCA E PRISMA FLOW

("pEEG"[All Fields] OR (("process"[All Fields] OR "processe"[All Fields] OR "processed"[All Fields] OR "processes"[All Fields] OR "processing"[All Fields] OR "processings"[All Fields]) AND ("electroencephalographies"[All Fields] OR "electroencephalography"[MeSH Terms] OR "electroencephalography"[All Fields]))) AND ("technology"[MeSH Terms] OR "technology"[All Fields] OR "technologies"[All Fields] OR "technology s"[All Fields] OR ("artifacted"[All Fields] OR "artifacts"[MeSH Terms] OR "artifacts"[All Fields] OR "artifact"[All Fields]) OR ("anaesthesia"[All Fields] OR "anesthesia"[MeSH Terms] OR "anesthesia"[All Fields] OR "anaesthesias"[All Fields] OR "anesthesias"[All Fields]) OR ("operating rooms"[MeSH Terms] OR ("operating"[All Fields] AND "rooms"[All Fields]) OR "operating rooms"[All Fields] OR ("operating"[All Fields] AND "room"[All Fields]) OR "operating room"[All Fields]) OR ("intensive care units"[MeSH Terms] OR ("intensive"[All Fields] AND "care"[All Fields] AND "units"[All Fields]) OR "intensive care units"[All Fields] OR ("intensive"[All Fields] AND "care"[All Fields] AND "unit"[All Fields]) OR "intensive care unit"[All Fields]) OR ("intensive care units"[MeSH Terms] OR ("intensive"[All Fields] AND "care"[All Fields] AND "units"[All Fields]) OR "intensive care units"[All Fields] OR "icu"[All Fields]) OR (("neurologic"[All Fields] OR "neurological"[All Fields] OR "neurologically"[All Fields]) AND ("outcome"[All Fields] OR "outcomes"[All Fields])) OR (("haemodynamic"[All Fields] OR "hemodynamics"[MeSH Terms] OR "hemodynamics"[All Fields] OR "hemodynamic"[All Fields] OR "haemodynamical"[All Fields] OR "haemodynamically"[All Fields] OR "haemodynamics"[All Fields] OR "hemodynamical"[All Fields] OR "hemodynamically"[All Fields]) AND ("outcome"[All Fields] OR "outcomes"[All Fields])) OR ("nociception"[MeSH Terms] OR "nociception"[All Fields] OR "nociceptions"[All Fields] OR "nociceptive"[All Fields] OR "nociceptively"[All Fields]) OR ("pain"[MeSH Terms] OR "pain"[All Fields]))

PRISMA 2020 flow diagram for new systematic reviews which included searches of databases, registers and other sources



*Consider, if feasible to do so, reporting the number of records identified from each database or register searched (rather than the total number across all databases/registers).
**If automation tools were used, indicate how many records were excluded by a human and how many were excluded by automation tools.

ALLEGATO 2 – TABELLA SINTESI EVIDENZE

Primo Autore	Abid
Anno	2022
DOI	10.1097/CCE.0000000000000781
Titolo Originale	A Simplified Electroencephalography Montage and Interpretation for Evaluation of Comatose Patients in the ICU
Disegno dello studio	Studio prospettico monocentrico
Popolazione	36 pazienti adulti sottoposti a ventilazione meccanica, con richiesta di EEG per non responsività persistente (coma persistente o fluttuazioni dello stato di coscienza) e punteggio alla Richmond Agitation–Sedation Scale ≤ -2
Intervento	Interpretazione dell'EEG semplificato da parte di intensivisti (un intensivista con formazione specifica e 22 intensivisti non esperti)
Confronto	Interpretazione da parte di un neurofisiologo esperto
Outcome primario	Concordanza interpretativa dell'EEG semplificato in relazione a tre parametri: frequenza dell'attività di fondo, continuità e reattività a stimoli uditivi e nocicettivi
Outcome secondario	Tempo necessario per l'installazione dell'EEG da parte dell'intensivista in terapia intensiva
Risultati	È stato osservato un elevato rate di concordanza tra l'intensivista formato e il neurofisiologo. La maggior parte degli intensivisti non esperti ha dimostrato un'affidabilità accettabile nell'identificazione della frequenza minima di fondo, della burst suppression e del background isoelettrico. Persistono invece discrepanze significative nella valutazione della reattività uditiva e nocicettiva e della continuità dell'attività di background.

Primo Autore	Akeju
Anno	2015
DOI	10.1093/bja/aev114
Titolo Originale	Age-dependency of sevoflurane-induced
Disegno dello studio	electroencephalogram dynamics in children
Popolazione	Studio osservazionale prospettico
Intervento	54 pazienti di età compresa tra 0 e 28 anni, sottoposti a registrazione EEG durante anestesia generale con sevoflurano nell'ambito della pratica clinica routinaria, suddivisi in cinque gruppi di età
Confronto	Analisi comparativa delle stime spettrali e di coerenza dell'EEG tra i diversi gruppi di età
Outcome primario	Analisi comparativa delle stime spettrali e di coerenza dell'EEG tra i diversi gruppi di età
Outcome secondario	Variazioni della potenza EEG e della coerenza in funzione dell'età
Risultati	La potenza EEG aumenta significativamente dall'infanzia fino a circa 6 anni, per poi ridursi progressivamente fino a stabilizzarsi intorno ai 21 anni. La coerenza alfa (8–13 Hz) risulta assente nei pazienti di età inferiore a 1 anno. Item 3.



Primo Autore	Aldecoa
Anno	2024
DOI	10.1097/EJA.0000000000001876
Titolo Originale	Update of the European Society of Anaesthesiology and Intensive Care Medicine evidence-based and consensus based guideline on postoperative delirium in adult patients
Disegno dello studio	Linee Guida
Popolazione	Pazienti adulti sottoposti a interventi chirurgici
Intervento	Linee Guida
Confronto	Linee Guida
Outcome primario	Nessuno
Outcome secondario	Nessuno
Risultati	Aggiornamento delle raccomandazioni cliniche per la prevenzione, il riconoscimento e la gestione del delirium postoperatorio. Item 1, 2, 6.

Primo Autore	Bennett
Anno	2009
DOI	10.1213/ane.0b013e3181a9fc38
Titolo Originale	Practical Use of the Raw Electroencephalogram Waveform During General Anesthesia: The Art and Science
Disegno dello studio	Revisione narrativa
Popolazione	
Intervento	Nessuno
Confronto	Nessuno
Outcome primario	Nessuno
Outcome secondario	Nessuno
Risultati	Item 1,5.

Primo Autore	Berger
Anno	2018
DOI	10.1213/ANE.0000000000003841
Titolo Originale	Best Practices for Postoperative Brain Health: Recommendations From the Fifth International Perioperative Neurotoxicity Working Group
Disegno dello studio	Revisione narrativa
Popolazione	Adulti con età superiore a 65 anni
Intervento	Nessuno
Confronto	Nessuno
Outcome primario	Nessuno
Outcome secondario	Nessuno
Risultati	Item 2,6.

Primo Autore	Bombardieri
Anno	2019
DOI	10.1213/ANE.0000000000004537
Titolo Originale	Practical Training of Anesthesia Clinicians in Electroencephalogram-Based Determination of Hypnotic Depth of General Anesthesia
Disegno dello studio	Sottostudio del trial clinico ENGAGES
Popolazione	
Intervento	71 anestesisti
Confronto	Sessione formativa di 35 minuti sulle modificazioni tipiche dell'EEG con anestesia inalatoria
Outcome primario	Test pre-istruttivo
Outcome secondario	Confronto fra risultati ottenuti pre e post modulo istruttivo

Primo Autore	Bong
Anno	2024
DOI	10.1213/ANE.0000000000007230
Titolo Originale	The Utility of Electroencephalography in Guiding General Anesthesia in Children
Disegno dello studio	Revisione Narrativa
Popolazione	Popolazione pediatrica
Intervento	Nessuno
Confronto	Nessuno
Outcome primario	Nessuno
Outcome secondario	Nessuno
Risultati	Panoramica dei vantaggi della guida EEG durante anestesia, inclusa la potenziale riduzione del dosaggio anestetico e la prevenzione di eventi avversi perioperatori. Item 3.

Primo Autore	Bottros
Anno	2011
DOI	10.1097/ALN.0b013e31820e7c5c
Titolo Originale	Estimation of the Bispectral Index by Anesthesiologists
Disegno dello studio	An Inverse Turing Test
Popolazione	Sottostudio pre-specificato del trial randomizzato BAG-RECALL
Intervento	10 pazienti inclusi nel trial BAG-RECALL e randomizzati al protocollo BIS. Ai pazienti erano applicati due set di elettrodi (BIS di riferimento e "gemello") connessi a due monitor BIS indipendenti
Confronto	10 anestesisti che avevano ricevuto un training strutturato su interpretazione EEG
Outcome primario	10 anestesisti non addestrati
Outcome secondario	Rate di discordanza del BIS "gemello", degli anestesisti addestrati e non addestrati a confronto con il BIS di riferimento
Risultati	La formazione era associata a una differenza significativa nella capacità di stimare il valore BIS di riferimento. Item 1.



Primo Autore	Brown
Anno	2010
DOI	10.1056/NEJMra0808281
Titolo Originale	General Anesthesia, Sleep, and Coma
Disegno dello studio	Revisione Narrativa
Popolazione	Nessuno
Intervento	Nessuno
Confronto	Nessuno
Outcome primario	Nessuno
Outcome secondario	Nessuno
Risultati	La revisione esamina le caratteristiche cliniche e neurofisiologiche dell'anestesia generale e la loro relazione con il sonno e il coma. Item 1.

Primo Autore	Caricato
Anno	2020
DOI	10.1186/s12871-020-01213-5
Titolo Originale	Continuous EEG monitoring by a new simplified wireless headset in intensive care unit
Disegno dello studio	Studio di fattibilità monocentrico
Popolazione	40 pazienti neurologici ricoverati in terapia intensiva che necessitavano monitoraggio EEG in continuo (cEEG)
Intervento	Neuro-ICU (gruppo di studio: 20 pazienti): Neuro-ICU (gruppo di studio: 20 pazienti):
Confronto	General-ICU (gruppo di controllo: 20 pazienti): EEG semplificato ad 8 elettrodi posizionato da un tecnico neurofisiologo
Outcome primario	Tempo impiegato per l'applicazione dei dispositivi
Outcome secondario	Aggiustamenti per correggere gli artefatti, anomalie dell'EEG, lesioni cutanee
Risultati	Il tempo di applicazione degli elettrodi era inferiore nel gruppo di studio; la qualità dell'EEG era simile tra i gruppi. Sono stati necessari 35 aggiustamenti per correggere gli artefatti nel gruppo di studio e 11 nel gruppo di controllo. La qualità dell'EEG era simile. Item 1.

Primo Autore	Chan
Anno	2019
DOI	10.1213/ANE.0000000000004502
Titolo Originale	American Society for Enhanced Recovery and Perioperative Quality Initiative Joint Consensus Statement on the Role of Neuromonitoring in Perioperative Outcomes: Electroencephalography
Disegno dello studio	Consensus Statement
Popolazione	Pazienti sottoposti ad anestesia generale
Intervento	Nessuno
Confronto	Nessuno
Outcome primario	Memoria di awareness, delirium postoperatorio, deficit cognitivi postoperatori, mortalità a lungo termine
Outcome secondario	
Risultati	Consensus Statement riguardante l'uso di EEG per guidare la somministrazione di anestesia generale. Item 2,6.

Primo Autore	Chew
Anno	2022
DOI	10.1053/j.jvca.2022.07.004
Titolo Originale	Bispectral Index (BIS) Monitoring and Postoperative Delirium in Elderly Patients Undergoing Surgery: A Systematic Review and Meta-Analysis With Trial Sequential Analysis
Disegno dello studio	Revisione sistematica con metanalisi
Popolazione	Pazienti anziani con età superiore ai 60 anni sottoposti a chirurgia
Intervento	Uso intraoperatorio di BIS
Confronto	Trattamento standard o utilizzo di BIS in cieco
Outcome primario	Incidenza di delirium postoperatorio in pazienti anziani
Outcome secondario	Deficit cognitivo postoperatorio al follow up più distante dal postoperatorio, tempo chirurgico, tempo di anestesia, tempo di estubazione, tempo all'apertura degli occhi, tempo alla dimissione dalla unità di trattamento post-anestesia, durata della degenza ospedaliera
Risultati	Non è stata osservata alcuna differenza nell'incidenza di delirium post-operatorio nel gruppo di studio a confronto col gruppo di controllo (OR 0.71, 95% CI 0.47–1.08, $p = 0.11$, quality of evidence = very low, $I^2 = 76\%$). Il monitoraggio con BIS è stato associato a una significativa riduzione dell'incidenza di deficit cognitivo postoperatorio e parametri di recupero migliori

Primo Autore	Dahaba
Anno	2005
DOI	10.1213/01.ane.0000167269.62966.af
Titolo Originale	Different Conditions That Could Result in the Bispectral Index Indicating an Incorrect Hypnotic State
Disegno dello studio	Revisione Narrativa
Popolazione	
Intervento	Nessuno
Confronto	Nessuno
Outcome primario	Nessuno
Outcome secondario	Nessuno
Risultati	Item 3.



Primo Autore	De Heer
Anno	2024
DOI	10.1111/pan.15065
Titolo Originale	The Influence of Electroencephalographic Density Spectral Array Guidance of Sevoflurane Administration on Recovery From General Anesthesia in Children. A Randomized Controlled Trial
Disegno dello studio	Trial randomizzato controllato prospettico monocentrico
Popolazione	112 bambini di età compresa fra 6 mesi e 12 anni programmati per chirurgia elettiva in anestesia generale con supplemento di analgesia caudale
Intervento	Anestesia con sevoflurane titolata in base a Density Spectral Array (DSA)
Confronto	Anestesia con sevoflurane titolata in base a concentrazione alveolare minima (MAC) di 0.9 o concentrazione di fine espirazione di 2.3%
Outcome primario	Intervallo di tempo fra la sospensione del sevoflurane e il raggiungimento dei criteri di dimissione dalla sala operatoria (Score di Steward di 3 o più)
Outcome secondario	Tempo complessivo dalla sospensione dell'anestetico e la dimissione dall'unità di trattamento post anestesia (PACU); differenza di profondità dell'ipnosi durante le procedure; concentrazione espiratoria di sevoflurane durante chirurgia; calo della pressione arteriosa; incidenza di delirium postoperatorio e awareness
Risultati	Riduzione del tempo necessario per soddisfare i criteri di dimissione dalla sala operatoria nel gruppo DSA. Item 3

Primo Autore	De Jong
Anno	2017
DOI	10.1186/s13054-017-1641-1
Titolo Originale	Mechanical ventilation in obese ICU patients: from intubation to extubation
Disegno dello studio	Revisione Narrativa
Popolazione	Pazienti Obesi
Intervento	Nessuno
Confronto	Nessuno
Outcome primario	Nessuno
Outcome secondario	Nessuno
Risultati	Item 2

Primo Autore	Doyal
Anno	2022
DOI	10.7759/cureus.29511
Titolo Originale	Electrocardiographic Interference on Bispectral Index Monitor: A Case of Crossed Wires
Disegno dello studio	Case Report e revisione di letteratura
Popolazione	Donna di 46 anni sottoposta a gastrectomia laparoscopica in anestesia generale
Intervento	Nessuno
Confronto	Nessuno
Outcome primario	Nessuno
Outcome secondario	Nessuno
Risultati	Artefatti BIS dovuti a interferenza ECG. Item 5.

Primo Autore	Driver
Anno	2023
DOI	10.1016/j.chest.2022.08.2232
Titolo Originale	Recall of Awareness During Paralysis Among ED Patients Undergoing Tracheal Intubation
Disegno dello studio	Studio osservazionale prospettico
Popolazione	886 pazienti adulti a cui è stato somministrato un agente bloccante neuromuscolare per facilitare l'intubazione orotracheale in pronto soccorso
Intervento	Intervista successiva ad estubazione utilizzando il questionario di Brice modificato
Confronto	Nessuno
Outcome primario	Awareness di curarizzazione in pronto soccorso
Outcome secondario	Ricordo delle procedure di intubazione
Risultati	66 pazienti (7.4%; 95% CI 5.8–9.4) hanno riportato possibile o certa awareness durante la curarizzazione. Item 2.

Primo Autore	Ebert
Anno	2005
DOI	10.1097/00000542-200507000-00007
Titolo Originale	Sympathetic and Hemodynamic Effects of Moderate and Deep Sedation with Propofol in Humans
Disegno dello studio	Trial crossover randomizzato in singolo cieco
Popolazione	10 volontari sani (età fra 21 e 37 anni) il cui baroriflesso è stato testato con una challenge ipotensiva tramite somministrazione di sodio nitroprussiato
Intervento	Infusione di propofol
Confronto	Placebo
Outcome primario	Determinare il meccanismo correlato all'ipotensione durante la somministrazione a dosaggio sedativo di propofol negli umani
Outcome secondario	Nessuno
Risultati	Le dosi sedative di propofol determinano significativa inibizione dell'attività simpatica con riduzione della risposta riflessa all'ipotensione risultando in vasodilatazione e riduzione della pressione arteriosa media. Item 2,4

Primo Autore	Fahy
Anno	2018
DOI	10.1213/ANE.0000000000002331
Titolo Originale	The Technology of Processed Electroencephalogram Monitoring Devices for Assessment of Depth of Anesthesia
Disegno dello studio	Revisione Narrativa
Popolazione	Sistemi di monitoraggio della profondità dell'anestesia in commercio
Intervento	Nessuno
Confronto	Nessuno
Outcome primario	Nessuno
Outcome secondario	Nessuno
Risultati	Principi generali di progettazione dei dispositivi, fasi di elaborazione e classificazione del segnale elettroencefalografico. Item 1.



Primo Autore	Fleischmann
Anno	2023
DOI	10.1213/ANE.0000000000006098
Titolo Originale	Always Assess the Raw Electroencephalogram: Why Automated Burst Suppression Detection May Not Detect All Episodes
Disegno dello studio	Studio osservazionale prospettico
Popolazione	90 pazienti durante burst suppression
Intervento	Burst suppression ratio (BSR) misurata attraverso un modulo per entropia
Confronto	Rilevamento visivo della burst suppression nell'EEG grezzo
Outcome primario	Precisione di rilevamento della BSR
Outcome secondario	Caratteristiche dell'EEG che portano ad errori nell'identificazione della burst suppression
Risultati	Il BSR non ha rilevato la burst suppression nel 14% dei pazienti. Item 1.

Primo Autore	Fuller
Anno	2022
DOI	10.1097/CCM.0000000000005626
Titolo Originale	Awareness With Paralysis Among Critically Ill Emergency Department Patients: A Prospective Cohort Study
Disegno dello studio	Analisi secondaria pianificata a priori di uno studio clinico multicentrico, prospettico, prima e dopo.
Popolazione	388 pazienti adulti sottoposti a ventilazione meccanica e sottoposti a terapia con bloccanti neuromuscolari.
Intervento	Pazienti che sperimentano consapevolezza con paralisi (AWP)
Confronto	Pazienti che non presentano AWP.
Outcome primario	Percentuale di pazienti che manifestano consapevolezza con AWP valutata con il questionario Brice modificato.
Outcome secondario	Percentuale di pazienti con percezione di rischio.
Risultati	La percentuale di pazienti con AWP è stata del 3,4%, la maggior parte dei quali ha ricevuto rocuronio. I pazienti con AWP hanno mostrato un punteggio medio più elevato sulla scala di percezione della minaccia.. Item 2,4

Primo Autore	Gallagher
Anno	1999
DOI	10.1097/00000542-199902000-00050
Titolo Originale	Pacer-induced Artifact in the Bispectral Index during Cardiac Surgery
Disegno dello studio	Lettera all'editore – Case Report
Popolazione	Uomo di 81 anni sottoposto a intervento chirurgico cardiaco
Intervento	Nessuno
Confronto	Nessuno
Outcome primario	Nessuno
Outcome secondario	Nessuno
Risultati	Variazione del BIS durante la stimolazione cardiaca. Item 5.

Primo Autore	Gimson
Anno	2021
DOI	10.1016/j.seizure.2021.06.011
Titolo Originale	Processed EEG from depth of anaesthesia monitors and seizures: A scoping review
Disegno dello studio	Revisione Narrativa
Popolazione	Pazienti sottoposti ad anestesia generale
Intervento	Nessuno
Confronto	Nessuno
Outcome primario	Nessuno
Outcome secondario	Nessuno
Risultati	Sintesi qualitativa delle attuali prove a favore dell'uso del pEEG nel rilevamento e nel monitoraggio delle crisi epilettiche. Item 5.

Primo Autore	Guay
Anno	2025
DOI	10.1097/ALN.0000000000005739
Titolo Originale	Anesthesiologists and Intensivists: Part 2—Physiologic Signatures and Active Management
Disegno dello studio	Revisione Narrativa
Popolazione	Pazienti monitorati tramite Sedline
Intervento	Nessuno
Confronto	Nessuno
Outcome primario	Nessuno
Outcome secondario	Nessuno
Risultati	Item 1

Primo Autore	Halvorsen
Anno	2022
DOI	10.1093/eurheartj/ehac270
Titolo Originale	2022 ESC Guidelines on cardiovascular assessment and management of patients undergoing non-cardiac surgery: Developed by the task force for cardiovascular assessment and management of patients undergoing non-cardiac surgery of the European Society of Cardiology (ESC)
Disegno dello studio	Linee Guida
Popolazione	Pazienti adulti sottoposti a chirurgia non cardiaca
Intervento	Nessuno
Confronto	Nessuno
Outcome primario	Nessuno
Outcome secondario	Nessuno
Risultati	Item 2.



Primo Autore	Hemmerling
Anno	2022
DOI	10.1213/01.ANE.0000022369.06971.7D
Titolo Originale	Falsely Increased Bispectral Index Values in a Series of Patients Undergoing Cardiac Surgery Using Forced-Air-Warming Therapy of the Head
Disegno dello studio	Case series
Popolazione	5 pazienti adulti sottoposti a chirurgia cardiaca
Intervento	Monitoraggio dell'indice bispettrale (BIS) durante la chirurgia cardiaca
Confronto	Nessuno
Outcome primario	Nessuno
Outcome secondario	Nessuno
Risultati	Item 2,5.

Primo Autore	Herman
Anno	2015
DOI	10.1097/WNP.000000000000165
Titolo Originale	Consensus Statement on Continuous EEG in Critically Ill Adults and Children, Part II: Personnel, Technical Specifications and
Disegno dello studio	Clinical Practice
Popolazione	Consensus
Intervento	Pazienti adulti e bambini gravemente malati
Confronto	Indicazioni, aspetti tecnici, sicurezza dell'EEG continuo in pazienti adulti e bambini in condizioni critiche
Outcome primario	Nessuno
Outcome secondario	Nessuno
Risultati	Nessuno. Item 4.

Primo Autore	Hight
Anno	2023
DOI	10.1016/j.bja.2022.12.026
Titolo Originale	Five commercial 'depth of anaesthesia' monitors provide discordant
Disegno dello studio	clinical recommendations in response to identical emergence-like
Popolazione	EEG signals
Intervento	Studio Osservazionale Prospettico
Confronto	Pazienti adulti sottoposti a intervento chirurgico
Outcome primario	BIS
Outcome secondario	Sezioni EEG esportate da 30 minuti prima a 30 minuti dopo il periodo di interesse, presentate a cinque monitor EEG commerciali tramite convertitore digitale-analogico
Risultati	Entropia, Narcotrend, qCON, Sedline
	Modifica dell'indice
	Aumento dell'indice; variazione minima dell'indice; diminuzione dell'indice. Item 2,5

Primo Autore	Isley
Anno	2009
DOI	10.1007/s10877-009-9191-y
Titolo Originale	Guidelines For Intraoperative Neuromonitoring Using Raw (Analog Or Digital Waveforms) and Quantitative Electroencephalography: A Position Statement by The American Society of Neurophysiological Monitoring
Disegno dello studio	Linee Guida
Popolazione	Pazienti adulti sottoposti a intervento chirurgico
Intervento	Neuromonitoraggio intraoperatorio mediante elettroencefalografia grezza (forme d'onda analogiche o digitali) e quantitativa
Confronto	Nessuno
Outcome primario	Nessuno
Outcome secondario	Nessuno
Risultati	L'uso delle tecniche esaminate in queste linee guida può ridurre la morbidità e la mortalità neurologica perioperatoria. Item 2.

Primo Autore	Miklos D. Kertai
Anno	2011
DOI	10.1097/ALN.0b013e31820c2b57
Titolo Originale	Bispectral Index Monitoring, Duration of Bispectral Index Below 45, Patient Risk Factors, and Intermediate-term Mortality after Noncardiac Surgery in the B-Unaware Trial
Disegno dello studio	Trial Randomizzato Controllato
Popolazione	1473 pazienti chirurgici
Intervento	Protocollo guidato dal BIS
Confronto	Protocollo guidato dall'ETAC (concentrazione anestetica di fine espirazione)
Outcome primario	Mortalità dopo intervento chirurgico non cardiaco
Outcome secondario	Nessuno
Risultati	Non vi è alcuna prova che il monitoraggio BIS o l'evitamento di periodi prolungati con BIS <45 riducano la mortalità a medio termine. Item 2,4

Primo Autore	Laferrière-Langlois
Anno	2024
DOI	10.1213/ANE.0000000000006860
Titolo Originale	Depth of Anesthesia and Nociception Monitoring: Current State and Vision for 2050
Disegno dello studio	Revisione Narrativa
Popolazione	Pazienti sottoposti ad anestesia generale
Intervento	Nessuno
Confronto	Nessuno
Outcome primario	Nessuno
Outcome secondario	Nessuno
Risultati	Item 1,2,4



Primo Autore	Ling
Anno	2022
DOI	10.7759/cureus.30120
Titolo Originale	Effect of Anaesthesia Depth on Postoperative Delirium and Postoperative Cognitive Dysfunction in High-Risk Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis
Disegno dello studio	Systematic Review and Meta-Analysis
Popolazione	Pazienti sottoposti ad anestesia generale
Intervento	17 studi per la revisione sistematica e 15 studi su 5392 pazienti per la meta-analisi
Confronto	Nessuno
Outcome primario	Tasso di POCD e POD
Outcome secondario	Mortalità e durata della degenza ospedaliera
Risultati	Un valore BIS elevato è associato a minore incidenza di delirium e disfunzione cognitiva postoperatoria a tre mesi, senza differenze significative su mortalità e durata della degenza. Item 2,6

Primo Autore	Jessica C. Martin
Anno	2024
DOI	10.1097/ALN.0000000000004902
Titolo Originale	Topographical Features of Pediatric Electroencephalography during High Initial Concentration Sevoflurane for Inhalational Induction of Anesthesia
Disegno dello studio	Studio Osservazionale Prospettico
Popolazione	37 bambini sani di età compresa tra 5 e 10 anni
Intervento	OAA/S score; analisi qualitativa e quantitativa dell'EEG a occhi chiusi e a riposo e nel minuto successivo al raggiungimento di OAA/S 0
Confronto	EEG a 64 canali con riferimento laplaciano di Hjorth in 23 bambini
Outcome primario	Nessuno
Outcome secondario	Nessuno
Risultati	Non sono state rilevate differenze evidenti legate all'età nei modelli EEG topografici alla perdita di reattività. Item 3.

Primo Autore	Rory Vu Mather
Anno	2025
DOI	10.1097/ALN.0000000000005315
Titolo Originale	Intraoperative Frontal Electroencephalogram Alpha Power Is Associated with Postoperative Mortality and Other Adverse Outcomes
Disegno dello studio	Studio Osservazionale Retrospektivo
Popolazione	1.081 pazienti sottoposti a intervento chirurgico in anestesia generale con registrazioni EEG intraoperatorie
Intervento	Registrazione dell'EEG nel periodo intraoperatorio
Confronto	Nessuno
Outcome primario	Mortalità postoperatoria
Outcome secondario	Mortalità a 30, 90, 180 giorni e 1 anno; durata degenza; dimissioni in strutture di lungodegenza; riospedalizzazione
Risultati	La potenza alfa è risultata associata al rischio di mortalità- Item 2,6

Primo Autore	M. R. Mathis
Anno	2020
DOI	10.1097/ALN.0000000000003063
Titolo Originale	Preoperative Risk and the Association between Hypotension and Postoperative Acute Kidney Injury
Disegno dello studio	Studio Osservazionale Retrospettivo
Popolazione	Pazienti adulti con creatinina rilevata entro 30 giorni dall'intervento
Intervento	Analisi di interventi chirurgici in otto centri tra il 2008 e il 2015
Confronto	Nessuno
Outcome primario	AKI
Outcome secondario	AKI stadio ≥ 2 e stadio 3
Risultati	Su 138.021 casi, 12.431 (9,0%) hanno sviluppato AKI postoperatorio. Item 2,4

Primo Autore	Messner
Anno	2003
DOI	10.1213/01.ANE.0000072741.78244.CO
Titolo Originale	The Bispectral Index Declines During Neuromuscular Block in Fully Awake Persons
Disegno dello studio	Studio osservazionale descrittivo
Popolazione	3 pazienti adulti
Intervento	Alcuronio
Confronto	Succinilcolina
Outcome primario	Effetto dell'attività elettromiografica spontanea sul BIS
Outcome secondario	Nessuno
Risultati	Item 2

Primo Autore	Laferrière-Langlois
Anno	2024
DOI	10.1213/ANE.0000000000006860
Titolo Originale	Depth of Anesthesia and Nociception Monitoring:
Disegno dello studio	Current State and Vision for 2050
Popolazione	Revisione Narrativa
Intervento	Pazienti sottoposti ad anestesia generale
Confronto	Nessuno
Outcome primario	Nessuno
Outcome secondario	Nessuno
Risultati	Nessuno. Item 1,2,4



Primo Autore	Nimmo
Anno	2019
DOI	10.1111/anae.14428
Titolo Originale	Guidelines for the safe practice of total intravenous anaesthesia (TIVA)
Disegno dello studio	Linee Guida
Popolazione	Pazienti adulti sottoposti a intervento chirurgico
Intervento	Pratica sicura dell'anestesia endovenosa totale
Confronto	Nessuno
Outcome primario	Nessuno
Outcome secondario	Nessuno
Risultati	Item 2

Primo Autore	R. D. Pappal
Anno	2021
DOI	10.1016/j.annemergmed.2020.10.012
Titolo Originale	The ED-AWARENESS Study: a prospective, observational cohort study of awareness with paralysis in mechanically ventilated patients admitted from the emergency department
Disegno dello studio	Studio Osservazionale Prospettico di coorte
Popolazione	383 pazienti provenienti dal pronto soccorso sottoposti a ventilazione meccanica
Intervento	Valutazione dell'awareness con questionario Brice modificato dopo estubazione
Confronto	Pazienti senza monitoraggio dell'awareness
Outcome primario	Awareness con rischio di ri-curarizzazione
Outcome secondario	Rischio percepito
Risultati	Item 4

Primo Autore	R. D. Pappal
Anno	2021
DOI	10.1097/CCM.0000000000004824
Titolo Originale	Awareness with paralysis in mechanically ventilated patients in the emergency department and intensive care unit: a systematic review & meta-analysis
Disegno dello studio	Revisione sistematica e metanalisi
Popolazione	Sette studi inclusi (n = 941 pazienti)
Intervento	Studi randomizzati o non randomizzati con casi di AWP in PS o TI
Confronto	Nessuno
Outcome primario	Consapevolezza con rischio di ri-curarizzazione
Outcome secondario	Segnali di consapevolezza, metodi di indagine, definizione di AWP, minaccia percepita, PTSD, delirio, durata del ricovero
Risultati	Item 4

Primo Autore	Sun-Kyung Park
Anno	2025
DOI	10.1097/ALN.0000000000005255
Titolo Originale	Association between Intraoperative Electroencephalogram Burst Suppression and Postoperative Delirium: A Systematic Review and Meta-analysis
Disegno dello studio	Revisione sistematica e metanalisi
Popolazione	6.435 pazienti sottoposti a chirurgia cardiaca e non cardiaca
Intervento	Presenza di burst suppression. Studi di coorte, studi caso-controllo e studi randomizzati controllati che riportano l'incidenza di delirium postoperatorio con documentata burst suppression intraoperatoria in adulti sottoposti ad anestesia generale per qualsiasi intervento chirurgico.
Confronto	Assenza di burst suppression.
Outcome primario	Rapporto di probabilità cumulativo per il delirio postoperatorio nei casi con soppressione del burst intraoperatoria.
Outcome secondario	Nessuno
Risultati	Associazione tra soppressione intraoperatoria del burst e delirio postoperatorio.Item 2.

Primo Autore	Niti Pawar
Anno	2022
DOI	10.3389/fnsys.2021.767489
Titolo Originale	Burst Suppression During General Anesthesia and Postoperative Outcomes: Mini Review
Disegno dello studio	Revisione Narrativa
Popolazione	Pazienti adulti sottoposti a intervento chirurgico
Intervento	Soppressione del burst e outcome postoperatori
Confronto	Nessuno
Outcome primario	Nessuno
Outcome secondario	Nessuno
Risultati	Item 2



Primo Autore	P. L. Purdon - K. J. Pavone
Anno	2015
DOI	10.1093/bja/aev213
Titolo Originale	The Ageing Brain: Age-dependent changes in the electroencephalogram during propofol and sevoflurane general anaesthesia
Disegno dello studio	Studio Osservazionale Prospettico
Popolazione	155 pazienti di età compresa tra 18 e 90 anni
Intervento	210 pazienti con sevoflurano
Confronto	118 pazienti con propofol
Outcome primario	Cambiamenti EEG
Outcome secondario	Concentrazione alveolare media (MAC)
Risultati	I cambiamenti EEG legati all'età sono coerenti con i noti processi neurobiologici dell'invecchiamento. Item 2

Primo Autore	P. L. Purdon; A. Sampson
Anno	2015
DOI	doi:10.1097/ALN.0000000000000841
Titolo Originale	Clinical Electroencephalography for Anesthesiologists Part I: Background and Basic Signatures.
Disegno dello studio	Revisione Narrativa.
Popolazione	Pazienti adulti sottoposti ad anestesia generale.
Intervento	Elettroencefalogramma e monitoraggio cerebrale in anestesia generale.
Confronto	Nessuno.
Outcome primario	Nessuno.
Outcome secondario	Nessuno.
Risultati	Item 1,2

Primo Autore	Zaccaria Ricci
Anno	2023
DOI	10.1111/pan.14711
Titolo Originale	Monitoring anesthesia depth with patient state index during pediatric surgery.
Disegno dello studio	Studio Osservazionale Prospettico.
Popolazione	Pazienti pediatrici (di età compresa tra 1 e 18 anni) sottoposti a intervento chirurgico di durata superiore a 60 minuti.
Intervento	Livello dell'indice di stato del paziente al termine dell'induzione dell'anestesia.
Confronto	Indice dello stato del paziente al momento dell'estubazione.
Outcome primario	Determinare i valori mediani dei valori PSI e SEF95 durante l'esame GA condotto secondo la valutazione indiretta della profondità.
Outcome secondario	Relazione tra SEF95 e PSI, per valutare il numero di episodi di BS durante l'anestesia generale, per valutare la correlazione di PSI con MAC/sevoflurano di fine espirazione, propofol Ce, MBP e delirio post-anestesia attraverso il punteggio PAED.
Risultati	Item 3

Primo Autore	Romagnoli S.; Lobo F.A.
Anno	2024
DOI	10.1007/s10877-024-01146-1
Titolo Originale	Non-invasive technology for brain monitoring: definition and meaning of the principal parameters for the International PRactice On TEChnology neuro-moniToring group (I-PROTECT).
Disegno dello studio	Consensus
Popolazione	Tecnologia non invasiva per il monitoraggio cerebrale in sala operatoria e terapia intensiva.
Intervento	Nessuno.
Confronto	Nessuno.
Outcome primario	Nessuno.
Outcome secondario	Nessuno.
Risultati	Item 1,2, 4

Primo Autore	Romagnoli S.; Matta B.
Anno	2024
DOI	10.1186/s13054-024-05105-9
Titolo Originale	A plea for enhanced monitoring of depth of sedation in patients who are intubated and ventilated.
Disegno dello studio	Commento.
Popolazione	Pazienti adulti sottoposti a ventilazione meccanica.
Intervento	Nessuno.
Confronto	Nessuno.
Outcome primario	Nessuno.
Outcome secondario	Nessuno.
Risultati	protocolli di sedazione basati su monitor pEEG potrebbero rappresentare una soluzione radicale per questa complicanza devastante associata a trattamenti salvavita. È responsabilità dei medici concentrarsi sul raggiungimento della consapevolezza durante la paralisi in Pronto Soccorso e durante l'intera degenza ospedaliera dei loro pazienti. Item 1, 2



Primo Autore	Romagnoli S.; Saugel B.
Anno	2024
DOI	10.1213/ANE.0000000000007117
Titolo Originale	Perioperative Patients With Hemodynamic Instability: Consensus Recommendations of the Anesthesia Patient Safety Foundation. Call for an Additional Monitor
Disegno dello studio	Corrispondenza.
Popolazione	Pazienti adulti sottoposti a chirurgia non cardiaca.
Intervento	Nessuno.
Confronto	Nessuno.
Outcome primario	Nessuno.
Outcome secondario	Nessuno.
Risultati	Item 2.

Primo Autore	Saugel B., Buhre W.
Anno	2025
DOI	10.1097/EJA.0000000000002174
Titolo Originale	Intra-operative haemodynamic monitoring and management of adults having noncardiac surgery: A statement from the European Society of Anaesthesiology and Intensive Care
Disegno dello studio	Revisione narrativa.
Popolazione	Pazienti adulti sottoposti a chirurgia non cardiaca.
Intervento	Nessuno.
Confronto	Nessuno.
Outcome primario	Nessuno.
Outcome secondario	Nessuno.
Risultati	Sulla base delle prove attuali e della logica patofisiologica, suggeriamo di mantenere la pressione arteriosa media al di sopra di 65 mmHg durante l'intervento chirurgico e a un livello più alto nel periodo postoperatorio. Item 2

Primo Autore	Saugel B., Sessler D.I.
Anno	2021
DOI	10.1097/ALN.0000000000003610
Titolo Originale	Perioperative Blood Pressure Management
Disegno dello studio	Revisione narrativa.
Popolazione	Pazienti adulti sottoposti a chirurgia non cardiaca.
Intervento	Nessuno.
Confronto	Nessuno.
Outcome primario	Nessuno.
Outcome secondario	Nessuno.
Risultati	Sulla base delle prove attuali e della logica patofisiologica, suggeriamo di mantenere la pressione arteriosa media al di sopra di 65 mmHg durante l'intervento chirurgico e a un livello più alto nel periodo postoperatorio. Item 2.

Primo Autore	Schnider, T.W.
Anno	2021
DOI	10.1213/ANE.0000000000005125
Titolo Originale	Relationship Between Propofol Target Concentrations, Bispectral Index, and Patient Covariates During Anesthesia.
Disegno dello studio	Studio Osservazionale Prospettico.
Popolazione	4584 pazienti sono stati sottoposti ad anestesia endotracheale generale con propofol (titolato a BIS), fentanyl, remifentanyl e rocuronio, della durata di almeno 1 ora.
Intervento	Valutazione delle concentrazioni target di propofol e dei valori BIS 30 minuti dopo l'incisione (CeT30 e BIS30). -Fentanyl; -Epidurale.
Confronto	Valutazione delle concentrazioni target di propofol e dei valori BIS 30 minuti dopo l'incisione (CeT30 e BIS30). -No Epidurale; -Remifentanyl.
Outcome primario	Stabilità emodinamica; Variazioni assetto emodinamico
Outcome secondario	Nessuno
Risultati	La variabilità nelle concentrazioni target di propofol aggiustate per covariata durante l'anestesia controllata da BIS sarebbe sostanziale e la maggior parte della rimanente variabilità inter-paziente nella risposta al farmaco sarebbe dovuta a effetti casuali, suggerendo quindi che l'opportunità di migliorare il modello Schnider con ulteriori dati demografici è limitata. Item 2.

Primo Autore	Schuller, P. J.
Anno	2015
DOI	10.1093/bja/aeu072
Titolo Originale	Response of bispectral index to neuromuscular block in awake volunteers.
Disegno dello studio	Case series
Popolazione	11 pazienti volontari sani.
Intervento	Blocco neuromuscolare da solo con suxametonio e rocuronio.
Confronto	Nessuno.
Outcome primario	Modifiche dei valori BIS durante il blocco neuromuscolare.
Outcome secondario	Nessuno.
Risultati	Il BIS diminuisce nei soggetti svegli in risposta al solo blocco neuromuscolare, nonostante abbiano un EEG normale da svegli. Item 1,2.



Primo Autore	Searle, R.
Anno	2009
DOI	10.1093/bja/aep130
Titolo Originale	Pharmacogenomic variability and anaesthesia.
Disegno dello studio	Revisione Narrativa
Popolazione	Variabilità farmacogenomica e anestesia.
Intervento	Nessuno.
Confronto	Nessuno.
Outcome primario	Nessuno.
Outcome secondario	Nessuno.
Risultati	Item 1, 2

Primo Autore	Sessler D. I., Sigl J. C.
Anno	2012
DOI	10.1097/ALN.0b013e31825683dc
Titolo Originale	Hospital Stay and Mortality Are Increased in Patients Having a "Triple Low" of Low Blood Pressure, Low Bispectral Index, and Low Minimum Alveolar Concentration of Volatile Anesthesia.
Disegno dello studio	Studio Retrospettivo di coorte.
Popolazione	24.120 pazienti sottoposti a chirurgia non cardiaca.
Intervento	Nessuno.
Confronto	Nessuno.
Outcome primario	Pressione arteriosa media, BIS e concentrazione volatile di anestetico di fine espirazione, uso di propofol, durata dell'ospedalizzazione e mortalità per tutte le cause a 30 giorni.
Outcome secondario	Età, sesso, indice di massa corporea, punteggi dello stato fisico dell'American Society of Anesthesiologists e classificazione internazionale delle malattie.
Risultati	I cambiamenti EEG legati all'età sono coerenti con i noti processi neurobiologici dell'invecchiamento. Item 2

Primo Autore	Shao, Y. R., Kahali, P.
Anno	2020
DOI	10.1213/ANE.00000000000004781
Titolo Originale	Low Frontal Alpha Power Is Associated With the Propensity for Burst Suppression: An Electroencephalogram Phenotype for a "Vulnerable Brain."
Disegno dello studio	Studio Osservazionale Retrospettivo.
Popolazione	227 pazienti sottoposti ad anestesia generale.
Intervento	Anestesia con sevoflurano
Confronto	Anestesia con propofol.
Outcome primario	Dati EEG frontali registrati utilizzando il SedLine Brain Function Monitor (Masimo Corporation, Irvine, CA).
Outcome secondario	Modifiche ai dati EEG.
Risultati	Una minore potenza della banda alfa frontale è fortemente associata a una maggiore propensione alla soppressione degli impulsi e, pertanto, a un rischio potenzialmente più elevato di disturbi neurocognitivi postoperatori.. Item 2

Primo Autore	Matthew Sumner
Anno	2022
DOI	10.1016/j.bja.2022.01.006
Titolo Originale	Processed electroencephalography-guided general anaesthesia to reduce postoperative delirium: a systematic review and meta-analysis.
Disegno dello studio	Revisione Sistemática e Metanalisi.
Popolazione	4648 pazienti sottoposti a chirurgia.
Intervento	Studi su pazienti adulti sottoposti ad anestesia generale per qualsiasi intervento chirurgico in cui è stato utilizzato il pEEG e la POD è stata una misura dell'esito.
Confronto	Nessuno.
Outcome primario	Delirio post-operatorio (POD) valutato mediante strumenti convalidati.
Outcome secondario	Percentuale di ricoveri in terapia intensiva non pianificati rispetto a quelli pianificati, durata della degenza ospedaliera, percentuale di pazienti con disturbo neurocognitivo postoperatorio valutato con un metodo convalidato a più di 30 giorni dall'intervento e mortalità al follow-up più lungo.
Risultati	Riduzione dell'incidenza di POD nei pazienti con guida pEEG. Item 2, 6

Primo Autore	Suzuki T.
Anno	2016
DOI	10.1007/s10877-015-9678-7
Titolo Originale	Appearance of an electrocardiogram tracing on a bispectral index monitor with plausible BIS values.
Disegno dello studio	Case report.
Popolazione	Paziente sottoposto a monitoraggio BIS.
Intervento	Nessuno.
Confronto	Nessuno.
Outcome primario	Nessuno.
Outcome secondario	Nessuno.
Risultati	Item 2



Primo Autore	Templeton T. W.
Anno	2025
DOI	10.1111/pan.15057
Titolo Originale	BIS Guided Titration of Sevoflurane in Pediatric Patients Undergoing Elective Surgery: A Randomized Controlled Trial.
Disegno dello studio	Trial Randomizzato Controllato.
Popolazione	Pazienti di età compresa tra 4 e 18 anni sottoposti ad anestesia generale con Sevoflurano.
Intervento	Anestesia Generale con monitoraggio BIS.
Confronto	Anestesia Generale senza monitoraggio BIS.
Outcome primario	Concentrazione media di sevoflurano di fine espirazione durante la fase di mantenimento dell'anestesia
Outcome secondario	Valutazione della qualità dell'emergenza e dei tempi di recupero dopo l'anestesia in entrambi i gruppi di studio.
Risultati	L'uso del monitor BIS ha ridotto la quantità di sevoflurano somministrata. Item 3

Primo Autore	Thomsen K. K.
Anno	2024
DOI	10.1016/j.jclinane.2024.111459
Titolo Originale	Processed electroencephalography-guided general anesthesia and norepinephrine requirements: A randomized trial in patients having vascular surgery.
Disegno dello studio	Trial Randomizzato Controllato.
Popolazione	110 pazienti sottoposti a chirurgia vascolare
Intervento	Anestesia generale guidata da pEEG.
Confronto	Anestesia generale non guidata da pEEG.
Outcome primario	Velocità media di infusione di noradrenalina dall'inizio dell'induzione dell'anestesia fino alla fine dell'intervento chirurgico.
Outcome secondario	Gli endpoint secondari che quantificavano l'ipotensione intraoperatoria erano il tempo cumulativo con una MAP <65 mmHg e la media ponderata nel tempo della MAP <65 mmHg (area sotto una MAP di 65 mmHg divisa per il tempo dall'inizio dell'induzione dell'anestesia generale fino alla fine dell'intervento chirurgico).
Risultati	L'anestesia generale guidata da pEEG, rispetto a quella non guidata da pEEG, ha ridotto di circa un terzo la quantità di noradrenalina necessaria per mantenere la pressione arteriosa media al di sopra di 65 mmHg nei pazienti sottoposti a chirurgia vascolare. Item 2

Primo Autore	Vacas
Anno	2022
DOI	10.1213/ANE.0000000000006090
Titolo Originale	Perioperative Brain Health in the Older Adult: A Patient Safety Imperative.
Disegno dello studio	Revisione Narrativa.
Popolazione	Pazienti adulti sottoposti a intervento chirurgico.
Intervento	Nessuno.
Confronto	Nessuno.
Outcome primario	Nessuno.
Outcome secondario	Nessuno.
Risultati	Item 2.

Primo Autore	Wesselink
Anno	2018
DOI	10.1016/j.bja.2018.04.036
Titolo Originale	Intraoperative hypotension and the risk of postoperative adverse outcomes: a systematic review.
Disegno dello studio	Revisione Sistemática.
Popolazione	42 articoli sulle associazioni segnalate tra varie definizioni di ipotensione intraoperatoria assoluta e relativa e le loro associazioni con esiti avversi post-operatori dopo chirurgia non cardiaca.
Intervento	Nessuno.
Confronto	Nessuno.
Outcome primario	Nessuno.
Outcome secondario	Nessuno.
Risultati	Un danno d'organo può verificarsi quando la pressione arteriosa media diminuisce di <80 mm Hg per 10 minuti e questo rischio aumenta con la progressiva riduzione della pressione sanguigna. Item 2, 6

Primo Autore	Wu Z.
Anno	2023
DOI	10.1016/j.bja.2023.09.008
Titolo Originale	General anaesthesia, the developing brain, and cerebral white matter alterations: a narrative review.
Disegno dello studio	Revisione Narrativa.
Popolazione	L'impatto della neurotossicità evolutiva dell'anestesia generale
Intervento	Nessuno.
Confronto	Nessuno.
Outcome primario	Nessuno.
Outcome secondario	Nessuno.
Risultati	Item 2,6.



Primo Autore	Yoon S.
Anno	2025
DOI	10.1111/pan.15058
Titolo Originale	Electroencephalography and Anesthetic Depth in Children Under 2 Years of Age: A Prospective Observational Study.
Disegno dello studio	Studio Osservazionale Prospettico.
Popolazione	50 bambini di età compresa tra 4 e 24 mesi sottoposti ad anestesia generale.
Intervento	Anestesia generale con indice bispettrale (BIS), indice dello stato del paziente (PSi) ed EEG grezzo registrati continuamente durante l'anestesia.
Confronto	Nessuno.
Outcome primario	Profondità dell'anestesia; Mantenimento del livello di anestesia chirurgica (MOSSA).
Outcome secondario	Nessuno.
Risultati	Gli indici EEG elaborati possono presentare valori inaspettatamente elevati durante il mantenimento dell'anestesia nei bambini di età inferiore ai 2 anni. Item 3, 5

Primo Autore	Yuan L.; Garcia-Marcinkiewicz.
Anno	2024
DOI	10.1097/ALN.0000000000005043
Titolo Originale	Electroencephalographic Indices for Clinical Endpoints during Propofol Anesthesia in Infants: An Early-phase Propofol Biomarker-finding Study.
Disegno dello studio	Studio Osservazionale Prospettico.
Popolazione	49 neonati (dai 3 ai 12 mesi) sottoposti ad anestesia generale.
Intervento	Anestesia generale. Frequenza spettrale del bordo (SEF95) come biomarcatore dell'anestesia con propofol nei neonati
Confronto	Nessuno.
Outcome primario	Coscienza: posizionamento del dispositivo, dolore: stimolazione elettrica dei nervi intubazione: laringoscopia.
Outcome secondario	Nessuno.
Risultati	SEF95 può essere un biomarcatore per la profondità dell'anestesia con propofol nei neonati, migliorando potenzialmente l'accuratezza del dosaggio e l'utilizzo dell'anestesia con propofol in questa popolazione. Item 3,5

Primo Autore	Yuan, L., Xu, T.
Anno	2022
DOI	10.1097/ALN.0000000000004262
Titolo Originale	Isoelectric Electroencephalography in Infants and Toddlers during Anesthesia for Surgery: An International Observational Study.
Disegno dello studio	Studio Osservazionale Internazionale.
Popolazione	648 pazienti di età pari o inferiore a 36 mesi sottoposti ad anestesia generale.
Intervento	Registrazione EEG (Sedline; Masimo Inc.; USA) in diverse fasce d'età.
Confronto	Registrazione EEG (Sedline; Masimo Inc.; USA) in diverse fasce d'età.
Outcome primario	EEG isoelettrico.
Outcome secondario	Ipotensione intraoperatoria; comportamento in emergenza.
Risultati	Gli eventi isoelettrici erano comuni in tutto il mondo nei bambini piccoli durante l'anestesia e associati all'età, a specifiche pratiche anestetiche e all'ipotensione intraoperatoria. Item 2,3

Primo Autore	Zanner R.
Anno	2009
DOI	10.1093/bja/aep198
Titolo Originale	Time delay of electroencephalogram index calculation: analysis of cerebral state, bispectral, and Narcotrend indices using perioperatively recorded electroencephalographic signals.
Disegno dello studio	Studio Osservazionale Retrospektivo.
Popolazione	Pazienti adulti sottoposti ad anestesia generale.
Intervento	Dati EEG registrati nel periodo perioperatorio da un database corrispondenti rispettivamente allo stato di veglia, all'anestesia generale e alla soppressione dell'attività corticale.
Confronto	Sono stati confrontati tre monitor basati su EEG della componente ipnotica dell'anestesia.
Outcome primario	Misurare i ritardi temporali di CSI, BIS e NCT nella transizione tra diversi livelli.
Outcome secondario	Verificare se i ritardi temporali osservati con i segnali EEG simulati si applicano anche ai dati EEG reali.
Risultati	I risultati mostrano una limitazione del valore degli indici EEG elettronici nella prevenzione della consapevolezza con richiamo. Inoltre, a causa dei diversi ritardi temporali per i valori ascendenti e discendenti, i risultati degli studi farmacodinamici potrebbero essere influenzati da questo fenomeno. Item 2,6

Primo Autore	Zhao G.
Anno	2023
DOI	10.3389/fneur.2023.1159788
Titolo Originale	Application of quantitative electroencephalography in predicting early cerebral ischemia in patients undergoing carotid endarterectomy.
Disegno dello studio	Studio Osservazionale Prospettico.
Popolazione	63 pazienti adulti sottoposti a endarterectomia carotidea con monitoraggio continuo con ecografia Doppler transcranica (TCD) e monitoraggio QEEG
Intervento	Gruppo ischemico (a seconda che il V-MCA sia diminuito <50% rispetto al basale)
Confronto	Gruppo non ischemico.
Outcome primario	Valutazione dei valori QEEG tra due gruppi.
Outcome secondario	Nessuno.
Risultati	I risultati hanno mostrato che nessun paziente ha sviluppato deficit neurologici subito dopo l'intervento chirurgico, il che potrebbe essere correlato alla rigorosa soglia di TCD da noi selezionata. Item 2,6



ALLEGATO 3 – ESITI PRIORITIZZAZIONE MACROAREE TEMATICHE

	Tecnologia EEG e pEEG	pEEG in anestesia del paziente adulto	pEEG in anestesia del paziente pediatrico	pEEG e outcome neurologici ed emodinamici	pEEG in terapia intensiva adulto e pediatrico	Artefatti	EEG nocicezione	Atlante di pEEG
1#	7	9	6	3	7	6	4	6
2#	7	9	7	7	8	7	6	7
3#	9	9	9	7	9	7	6	7
4#	9	9	9	8	9	8	7	8
5#	9	9	9	9	9	9	7	9
6#	9	9	9	9	9	9	7	9
7#	9	9	9	9	9	9	7	9
8#	9	9	9	9	9	9	7	9
9#	9	9	9	9	9	9	8	9
Agreement (7-9 IQR)	9/9	9/9	8/9	8/9	9/9	8/9	6/9	8/9
Percentuale agreement	100%	100%	88,89%	88,89%	100%	88,89%	66,67%	88,89%
Minimo	7	9	6	3	7	6	4	6
Quartile 1	9	9	9	7	9	7	6	7
MEDIANA	9	9	9	9	9	9	7	9
QUARTILE 3	9	9	9	9	9	9	7	9
MASSIMO	9	9	9	9	9	9	8	9

ALLEGATO 4 – VOTAZIONE STATEMENT E RAZIONALI

	1.1 Il panel ritiene che il monitoraggio pEEG sia validato come indice di profondità correlato all'anestesia quando vengono utilizzati i comuni farmaci dell'anestesia generale (alogenati, GABA-ergici), ad esclusione della ketamina, del protossido d'azoto e della dexmedetomidina, e quando sono garantite le condizioni di omeostasi e adeguatezza della perfusione cerebrale (e.g. temperatura, DO2 cerebrale, glicemia)	1.2 Il panel ritiene che il monitoraggio pEEG sia utile anche quando vengono impiegati farmaci ipnotici o sedativi non GABA-ergici (ketamina, protossido d'azoto, dexmedetomidina), tenendo presente e considerando le diverse e specifiche modificazioni dell'EEG ed i differenti meccanismi di perdita di coscienza o sedazione che si differenziano sostanzialmente da quanto deriva dei farmaci alogenati e GABA-ergici.	1.3 Il panel consiglia che i clinici abbiano conoscenza del significato di tutti i parametri del proprio sistema di monitoraggio EEG/pEEG, delle modalità di acquisizione dei segnali e di elaborazione di tutti i parametri derivati (traccia EEG grezza, EMG, qualità del segnale, indice numerico (incluso il tempo medio di elaborazione del segnale), percentuale o rapporto di soppressione, spettrogramma dell'EEG.)	1.4 Il panel ritiene ragionevole che l'indice numerico dei pEEG debba essere interpretato criticamente in base alla lettura delle forme d'onda EEG e agli altri parametri forniti dal pEEG (EMG, qualità del segnale, BS, DSA).	2.1 Il panel ritiene che sia appropriato l'utilizzo di un sistema pEEG durante l'anestesia generale con miorisoluzione al fine di ridurre il rischio di awareness (risveglio intraoperatorio con o senza recall).
1#	7	8	8	8	8
2#	9	9	9	9	9
3#	9	9	8	9	9
4#	8	7	9	9	8
5#	9	7	8	9	9
6#	9	7	9	9	9
7#	9	9	9	9	8
8#	8	7	9	9	9
9#	7	8	9	8	8
10#	8	9	9	9	9
11#	9	7	8	8	9
12#	8	7	9	8	9
13#	7	7	7	9	9
14#	9	9	9	9	9
15#	8	7	7	8	8
MINIMO	7	7	7	8	8
PRIMO QUARTILE 1	8	7	8	8	8
MEDIANA	8	7	9	9	9
TERZO QUARTILE 3	9	9	9	9	9
MASSIMO	9	9	9	9	9
MEDIA	8,266666667	7,8	8,466666667	8,666666667	8,666666667
% AGREEMENT	100% (IQR7-9)	100% (IQR7-9)	100% (IQR7-9)	100% (IQR7-9)	100% (IQR7-9)



	2.2 Il panel ritiene che sia consigliato utilizzare un sistema pEEG durante l'anestesia generale con o senza miorsoluzione al fine di ridurre il rischio di sovradosaggio dei farmaci ipnotici e i pattern EEG di burst-suppression e soppressione al fine di ridurre il rischio di generare instabilità emodinamica (ipotensione arteriosa/ipoperfusione) e le conseguenze da esso derivate oltre al rischio di delirium e incremento del declino neuro-cognitivo post-operatorio.	2.3 Il panel ritiene appropriata l'osservazione continua delle tracce grezze EEG e i parametri da esse derivati (DSA), BS/BSr, EMG, asimmetria, SEF) al fine di identificare rapidamente i cambiamenti dei pattern EEG, identificare eventuali artefatti ed avere un quadro completo dell'attività corticale frontale mono o bi-laterale.	3.1 Il panel ritiene che l'uso di un sistema pEEG durante l'anestesia generale pediatrica con o senza miorsoluzione sia utile al fine di ridurre il rischio di BS e la dose dei farmaci anestetici generali che in questa categoria di pazienti si associa a delirium al risveglio (c.d. emergence delirium).	3.2 Il panel ritiene che possa esserci un utilizzo differenziato in pazienti di età superiore o inferiore a 10 anni. Per i pazienti di età superiore a 10 anni l'utilizzo del pEEG è assimilabile, per sviluppo neurofisiologico, a quello del paziente adulto. Per i pazienti con età inferiore a 10 anni può rendersi necessario l'uso di sensori pediatrici, l'utilizzo di algoritmi dedicati per l'analisi e la processazione della traccia grezza e degli altri parametri derivati (vedi statement 3).	3.3 Il panel ritiene fondamentale nel paziente pediatrico, specie per le età al di sotto di 10 anni, l'osservazione continua delle tracce grezze EEG e i parametri da esse derivati (DSA, BS, BSr, EMG, asimmetria, SEF) al fine di identificare rapidamente i cambiamenti dei pattern EEG, identificare eventuali artefatti ed avere un quadro completo dell'attività corticale frontale.
1#	9	9	8	7	8
2#	9	9	9	8	9
3#	9	8	8	9	9
4#	9	9	9	9	9
5#	9	7	8	8	7
6#	9	9	9	9	9
7#	9	9	9	9	9
8#	9	8	8	9	9
9#	8	8	8	7	8
10#	9	8	9	8	9
11#	9	8	8	8	8
12#	8	8	8	7	8
13#	9	9	7	8	7
14#	9	9	9	9	9
15#	8	8	7	8	8
MINIMO	8	7	7	7	7
PRIMO QUARTILE 1	9	8	8	8	8
MEDIANA	9	8	8	8	9
TERZO QUARTILE 3	9	9	9	9	9
MASSIMO	9	9	9	9	9
MEDIA	8,8	8,4	8,266666667	8,2	8,4
% AGREEMENT	100% (IQR7-9)	100% (IQR7-9)	100% (IQR7-9)	100% (IQR7-9)	100% (IQR7-9)

	4.1 Il panel di esperti ritiene che sia ragionevole utilizzare un sistema pEEG nei pazienti che richiedono sedazione ad un livello di Richmond Agitation Sedation Scale (RASS) di ≤ -3 , con o senza miorisoluzione, al fine di ridurre il rischio di sovradosaggio dei farmaci ipnotici e i pattern pEEG di BS e per ridurre il rischio di generare o peggiorare instabilità emodinamica (ipotensione arteriosa/ipoperfusione) e le conseguenze da esso derivate (e.g. delirium, incremento del numero di giorni in ventilazione meccanica, incremento della permanenza in terapia intensiva e in ospedale)	4.2 Il panel di esperti consiglia l'osservazione continua delle tracce grezze pEEG e i parametri da esse derivati (DSA, BS/BSr, EMG, asimmetria, SEF) al fine di identificare rapidamente i cambiamenti dei pattern pEEG e di identificare la presenza di eventuali artefatti e per di ridurre il rischio di sovradosaggio dei farmaci ipnotici e i pattern EEG di burst-suppression e soppressione al fine di ridurre il rischio di generare instabilità emodinamica (ipotensione arteriosa/ipoperfusione) e le conseguenze da esso derivate oltre al rischio di delirium.	4.3 Il panel di esperti consiglia l'implementazione di corsi di formazione specifici per medici anestesisti ed intensivisti, volti a sviluppare competenze solide ed eventualmente avanzate nell'utilizzo dell'EEG grezze e i parametri da esse derivati (DSA, BS/BSr, EMG, asimmetria, SEF). La formazione strutturata su questa tecnologia è ritenuta essenziale per ottimizzare la gestione dei pazienti critici e migliorare gli standard di cura in terapia intensiva.	5.1 Il panel suggerisce che l'anestesista abbia familiarità con i principali artefatti del tracciato pEEG. Essi possono essere classificati come provenienti dall'ambiente esterno al paziente (e.g. sistemi di riscaldamento del paziente, elettrobisturi) dall'attività elettrica del paziente non proveniente dal tessuto cerebrale (artefatti muscolari, ECG)	5.2 Il panel suggerisce che si debba sempre verificare che l'indice di ipnosi del pEEG sia compatibile con 1. gli altri parametri forniti dal pEEG, 2. la condizione clinica del paziente, 3. la dose dei sedativi somministrati, 4. il grado di stimolazione cui il paziente è sottoposto, 5. la traccia dell'EEG grezzo
1#	5	9	9	9	7
2#	9	9	9	9	9
3#	9	9	9	9	9
4#	8	9	9	9	9
5#	9	7	9	8	9
6#	9	9	9	9	9
7#	9	9	9	9	9
8#	9	8	9	9	9
9#	9	8	8	7	7
10#	8	9	9	9	8
11#	9	8	7	8	7
12#	8	8	9	7	8
13#	9	9	9	9	9
14#	9	9	9	9	9
15#	8	8	9	7	8
MINIMO	5	7	7	7	7
PRIMO QUARTILE 1	8	8	9	8	8
MEDIANA	9	9	9	9	9
TERZO QUARTILE 3	9	9	9	9	9
MASSIMO	9	9	9	9	9
MEDIA	8,466666667	8,533333333	8,8	8,466666667	8,4
% AGREEMENT	92,9% (IQR 7-9)	100% (IQR7-9)	100% (IQR7-9)	100% (IQR7-9)	100% (IQR7-9)



6.1 Il panel suggerisce di utilizzare un sistema di monitoraggio di pEEG nel paziente in sala operatoria e in terapia intensiva, al fine di ridurre il rischio di sotto-dosaggio farmacologico (per evitare fenomeni di awareness) e di ridurre la durata degli eventuali periodi di BS e di sovra-dosaggio.

6.2 Il panel suggerisce di monitorare e ottimizzare la profondità dell'anestesia per titolare le dosi dei farmaci anestetici e ridurre gli effetti collaterali emodinamici. Questo al fine di evitare fenomeni di BS e ridurre il rischio di delirium post-operatorio e altre complicanze (e.g. AKI, MINS, disturbi/declino cognitivo); la riduzione della potenza delle onde alpha riportate nel DSA può aiutare nell'individuare i pazienti più fragili dal punto di vista neurologico.

6.3 Il panel suggerisce di utilizzare il monitoraggio pEEG con lo scopo di limitare gli effetti emodinamici dei farmaci dell'anestesia, riducendo il rischio di ipoperfusione, delirium e complicanze cerebrali post-operatorie.

1#	9	8	8
2#	9	9	9
3#	9	9	8
4#	9	9	9
5#	9	9	8
6#	9	8	9
7#	9	9	8
8#	9	8	8
9#	8	9	7
10#	9	9	9
11#	9	8	8
12#	7	8	8
13#	9	9	9
14#	9	9	9
15#	8	8	9
MINIMO	7	8	7
PRIMO QUARTILE 1	9	8	8
MEDIANA	9	9	8
TERZO QUARTILE 3	9	9	9
MASSIMO	9	9	9
MEDIA	8,733333333	8,6	8,4
% AGREEMENT	100% (IQR7-9)	100% (IQR7-9)	100% (IQR7-9)

ALLEGATO 5 – CONFORMITÀ ALLE DISPOSIZIONI NORMATIVE

Il presente documento di Buone Pratiche Cliniche è stato redatto in conformità con la normativa vigente in materia di raccomandazioni e linee guida cliniche. In particolare, si attesta che:

- le raccomandazioni contenute sono coerenti con i riferimenti normativi previsti dalla Legge Gelli-Bianco (Legge n. 24/2017), in quanto elaborate secondo un processo metodologico trasparente, condiviso e documentato;
- sono state rispettate le disposizioni previste dall'Allegato 3 al MO RBPCA
- è garantita l'aderenza ai criteri AGENAS per la produzione di raccomandazioni evidence-based, con particolare attenzione alla dichiarazione di conflitti di interesse, all'indipendenza editoriale e alla tracciabilità del processo di sviluppo.

Questo documento è dunque conforme agli standard stabiliti dalle autorità sanitarie nazionali e regionali, rappresentando uno strumento utile alla pratica clinica quotidiana e alla promozione della sicurezza del paziente.



SIAARTI
PRO VITA CONTRA DOLOREM SEMPER

Via del Viminale 43, 00184 Roma
info@siaarti.it | 06-4452816