

2. Ruolo del Tecnico di Neurofisiopatologia durante il monitoraggio neurofisiologico intraoperatorio in chirurgia sovratentoriale.

2.1. Valutazioni di base comuni per la neurofisiologia intraoperatoria, in chirurgia cranica:

- ✓ informazioni cliniche del paziente – anamnesi prossima e remota; rilevare e segnalare ad esempio se il paziente soffre o ha sofferto di crisi epilettiche; se è sottoposto a radioterapia/chemioterapia; se è portatore di pace-maker, defibrillatore cardiaco impiantabile, dispositivi di stimolazione intratecale profonda, ecc.;
- ✓ eseguire tutte le procedure di patient safety inerenti lo IOM (fissaggio elettrodi con cerotti dermici, fissaggio delle testine di stimolazione e registrazione, raggruppamento dei cavi di stimolazione e registrazione); in particolare dove presente la stimolazione elettrica transcranica (MEPs) eseguire le procedure di bite-blocking; rilevazione e documentazione di pace-maker; di segnalazione di impossibilità di eseguire la procedura in caso di defibrillatore cardiaco impiantabile; dispositivi di stimolazione intratecale profonda; ecc.
- ✓ scegliere gli elettrodi appropriati per le varie registrazioni;
- ✓ documentare attraverso il team anestesilogico il piano di narcosi adatto per lo IOM (TIVA/TCI); ove non possibile eseguirlo, documentare l'attuale piano anestesilogico (es. anestetici volatili); documentare l'eventuale utilizzo di miorilassanti in fase di induzione/intubazione;

2.2. Chirurgia Sovratentoriale in Sleep Surgery.

Le metodiche utilizzate in chirurgia sovratentoriale sono identificate col fine chirurgico dell'intervento; se consideriamo uno IOM per un processo occupante spazio in sede sensorimotoria, si ha l'idea completa delle tecniche utilizzabili: EEG, EMG, SEPs, MEPs da stimolazione elettrica transcranica, SEPs-Phase Reversal (PhR), ECoG, Stimolazione diretta della corteccia attraverso la tecnica PhR (monitoring), Mappaggio corticale e sottocorticale (mapping). Il compito del TNFP per ciascuna di queste metodiche, viene descritto nel dettaglio metodica per metodica.

- **EEG**, il TNFP dovrà esser in grado di:
 - ✓ selezionare il montaggio appropriato per la procedura neurochirurgica, in correlazione al lembo chirurgico (craniotomia). Il fine sarà di monitorizzare il livello di narcosi del paziente e di valutare potenziale attività epilettogena limitatamente ai canali utilizzati;
 - ✓ posizionare gli elettrodi di registrazione in modo corretto secondo i protocolli di lavoro del centro ospedaliero di spettanza;
 - ✓ procedere con la registrazione;
 - ✓ riconoscere e documentare attività artefattuale;
 - ✓ stabilire una baseline pre-chirurgica da cambiare ogni volta che varia la concentrazione plasmatica dei farmaci;
 - ✓ riconoscere, allertare il medico referente del monitoraggio e documentare i cambiamenti del tracciato potenzialmente dannosi per il paziente (arousal, crisi epilettica, ecc.) e variazioni di sedazione/narcosi che influirebbero sull'attività evocata (quadro di Suppression-Burst o silenzio elettrico; switch TIVA/TCI verso anestetici volatili; utilizzo di farmaci complementari alla narcosi come barbiturico o midazolam; ecc.).
- **EMG**, il TNFP dovrà esser in grado di:
 - ✓ selezionare il montaggio appropriato per la procedura neurochirurgica. Il fine sarà di monitorizzare l'attività EMG free-run per valutare i muscoli a riposo del soggetto ed

identificare attraverso il reclutamento muscolare una possibile crisi epilettica, limitatamente ai canali utilizzati;

- ✓ posizionare gli elettrodi di registrazione in modo corretto secondo i protocolli di lavoro del centro ospedaliero di spettanza;
- ✓ procedere con la registrazione;
- ✓ riconoscere e documentare attività artefattuale;
- ✓ riconoscere, allertare il medico referente del monitoraggio e documentare gli eventi elettromiografici (es. attività spontanea, scariche neurotoniche, attività tonica, ecc.).
- ✓ segnalare l'eventuale esigenza intraoperatoria, da parte del team anestesiologicalo, di miorilassare il paziente.

• **SEPs monitoring** (fig.1), il TNFP dovrà esser in grado di:

- ✓ selezionare il montaggio appropriato per la procedura neurochirurgica, in correlazione al lembo chirurgico (craniotomia). Il fine sarà di monitorizzare i SEPs controlaterali all'accesso chirurgico (nervo mediano e nell'eventualità tibiale posteriore), talora predisporre i SEPs ipsilaterali (se richiesto o necessario);
- ✓ posizionare gli elettrodi di stimolazione e registrazione in modo corretto secondo i protocolli di lavoro del centro ospedaliero di spettanza;
- ✓ assicurarsi che lo stimolatore e l'averager siano correttamente sincronizzati e che lo stimolatore e il lato di stimolazione siano congrui;
- ✓ scegliere l'appropriata frequenza di stimolazione per evitare/ridurre eventuali artefatti time-locked;
- ✓ procedere con la registrazione;
- ✓ documentare i parametri di stimolazione e registrazione al fine del report finale (referto e/o stampa forme d'onda) e della sicurezza paziente (electrical patient safety);
- ✓ riconoscere e documentare attività artefattuale;
- ✓ stabilire una baseline pre-chirurgica da cambiare ogni volta che varia la concentrazione plasmatica dei farmaci;
- ✓ monitorizzare continuamente o ad intervalli prestabiliti il sito ad alto rischio di danno durante le manovre chirurgiche;
- ✓ riconoscere i cambiamenti del tracciato potenzialmente dannosi per il paziente (danno diretto chirurgico o danno indiretto) e le variazioni di sedazione/narcosi che influirebbero sull'attività evocata (quadro di Suppression-Burst o silenzio elettrico; switch TIVA/TCI verso anestetici volatili; utilizzo di farmaci complementari alla narcosi come barbiturico o midazolam; ecc.).
- ✓ allertare il team chirurgico, documentandolo, in caso di eventi che potenzialmente possono creare un danno neurologico (compito del neurofisiologo clinico; in sua assenza, del medico referente del monitoraggio; in sua assenza, avvertire il referente chirurgico del monitoraggio), secondo i criteri adottati dal centro ospedaliero di spettanza.

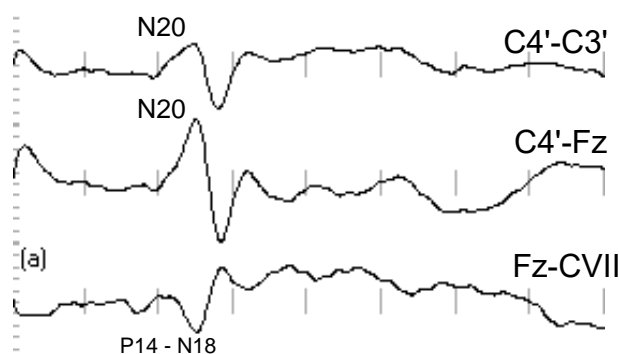


Fig.1

- **MEPs** monitoring da Stimolazione Elettrica Transcranica (fig.2), il TNFP dovrà esser in grado di:
 - ✓ verificare se fare o meno i MEPs (punto 2.1);
 - ✓ selezionare il montaggio appropriato per la procedura neurochirurgica, in correlazione al lembo chirurgico (craniotomia). Il fine sarà di monitorizzare i MEPs controlaterali all'accesso chirurgico (emilato controlaterale), talora predisporre i MEPs ipsilaterali (se richiesto o necessario);
 - ✓ posizionare gli elettrodi di stimolazione e registrazione in modo corretto secondo i protocolli di lavoro del centro ospedaliero di spettanza;
 - ✓ assicurarsi che lo stimolatore funzioni correttamente e che il lato di registrazione sia congruo;
 - ✓ scegliere l'appropriata durata dello stimolo, ripetizione dello stimolo (treno di stimoli – tecnica multi-pulse), frequenza interstimolo (o intervallo interstimolo), frequenza di stimolazione (manuale o cadenzata);
 - ✓ procedere con la registrazione;
 - ✓ documentare i parametri di stimolazione e registrazione al fine del report finale (referto e/o stampa forme d'onda) e della sicurezza paziente (electrical patient safety);
 - ✓ riconoscere e documentare attività artefattuale;
 - ✓ stabilire una baseline pre-chirurgica da cambiare ogni volta che varia la concentrazione plasmatica dei farmaci;
 - ✓ monitorizzare continuamente o ad intervalli prestabiliti il sito ad alto rischio di danno durante le manovre chirurgiche;
 - ✓ riconoscere i cambiamenti del tracciato potenzialmente dannosi per il paziente (danno diretto chirurgico o danno iatrogeno) e le variazioni di sedazione/narcosi che influirebbero sull'attività registrata (quadro di Suppression-Burst o silenzio elettrico; switch TIVA/TCI verso anestetici volatili; utilizzo di farmaci complementari alla narcosi come barbiturico o midazolam; ecc.).
 - ✓ allertare il team chirurgico, documentandolo, in caso di eventi che potenzialmente possono creare un danno neurologico (compito del neurofisiologo clinico; in sua assenza, del medico referente del monitoraggio; in sua assenza, avvertire il referente chirurgico del monitoraggio), secondo i criteri adottati dal centro ospedaliero di spettanza.

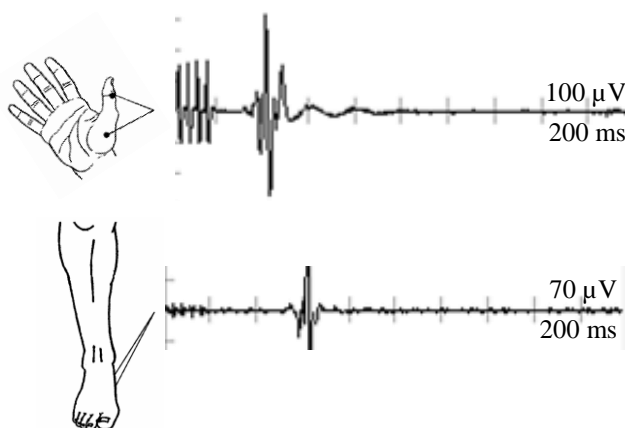


Fig.2

- **SEPs-Phase Reversal (PhR)** mapping (fig.3), il TNFP dovrà esser in grado di:

- ✓ eseguire le procedure descritte per i SEPs, in quanto trattasi di stimolazione del nervo mediano e registrazione diretta dalla corteccia cerebrale, attraverso strip o grid, di evento somatosensoriale (N20) e seguente identificazione del solco centrale attraverso Phase Reversal;
- ✓ assistere il neurofisiologo clinico o il medico referente del monitoraggio nell'accurata identificazione del solco centrale;
- ✓ ottenere una risposta dallo scalp, attraverso la registrazione di superficie, per identificare in latenza (e ampiezza) la N20;
- ✓ predisporre e consegnare in campo sterile, al team chirurgico, la strip o grid subdurale;
- ✓ valutare le impedenze della strip o grid una volta posizionata in loco;
- ✓ registrare e documentare la Phase Reversal ed identificare il solco centrale.

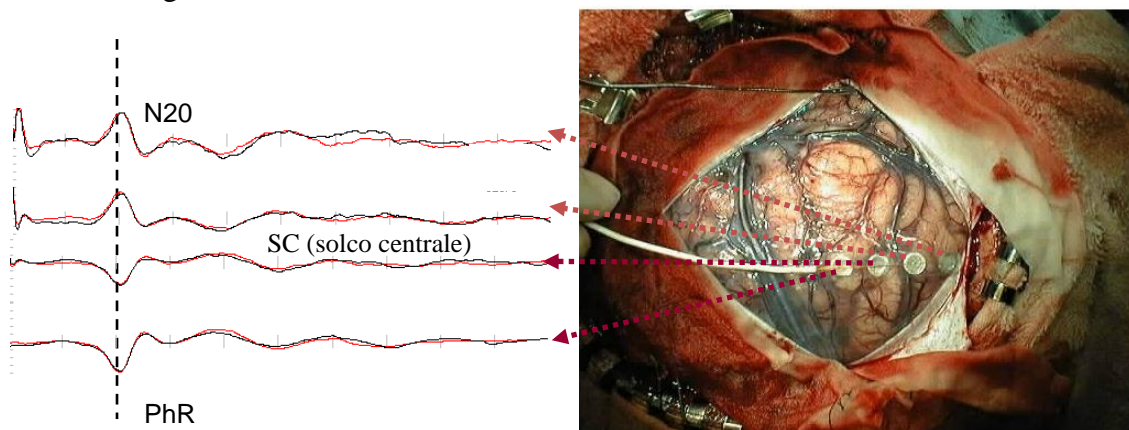


Fig.3

- **ECoG** (fig.4), il TNFP dovrà esser in grado di:
 - ✓ predisporre e consegnare in campo sterile, al team chirurgico, la strip o grid subdurale (solitamente utilizzata anche per la registrazione della PhR);
 - ✓ valutare le impedenze della strip o grid una volta posizionata in loco;
 - ✓ documentare attraverso il team anestesilogico il piano di narcosi adatto per lo IOM (TIVA/TCI); ove non possibile eseguirlo, documentare l'attuale piano anestesilogico (es. anestetici volatili);
 - ✓ selezionare il montaggio appropriato per la procedura neurochirurgica, in correlazione al lembo chirurgico (craniotomia). Il fine sarà di registrare direttamente dalla corteccia cerebrale il segnale bioelettrico, valutando il ritmo di fondo del tracciato, eventuali anomalie epilettiformi, ecc.;
 - ✓ procedere con la registrazione;
 - ✓ assistere il neurofisiologo clinico o il medico referente del monitoraggio nell'accurata identificazione dei pattern corticografici;
 - ✓ riconoscere e documentare attività artefattuale;
 - ✓ riconoscere, allertare il medico referente del monitoraggio e documentare i cambiamenti del tracciato potenzialmente dannosi per il paziente (arousal, crisi epilettica, ecc.) e variazioni di sedazione/narcosi che influirebbero sull'attività evocata (quadro di Suppression-Burst o silenzio elettrico; switch TIVA/TCI verso anestetici volatili; utilizzo di farmaci complementari alla narcosi come barbiturico o midazolam; ecc.).

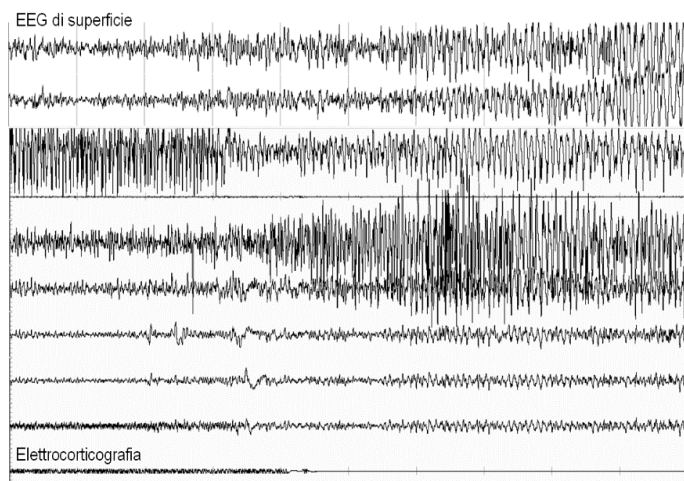


Fig.4

- **Stimolazione corticale attraverso tecnica PhR** monitoring (fig.5), il TNFP dovrà esser in grado di:

- ✓ eseguire le procedure descritte per la SEPs-Phase Reversal (PhR);
- ✓ predisporre il sistema di stimolazione per erogare stimolo anodico con l'elettro/gli elettrodi spostati dalla testina registrante;
- ✓ assistere il neurofisiologo clinico o il medico referente del monitoraggio nell'accurata identificazione delle risposte motorie a seguito di stimolazione;
- ✓ registrare e documentare le risposte dal muscolo/dai muscoli bersaglio;
- ✓ allertare il team chirurgico, documentandolo, in caso di eventi che potenzialmente possono creare un danno neurologico (compito del neurofisiologo clinico; in sua assenza, del medico referente del monitoraggio; in sua assenza, avvertire il referente chirurgico del monitoraggio), secondo i criteri adottati dal centro di spettanza.

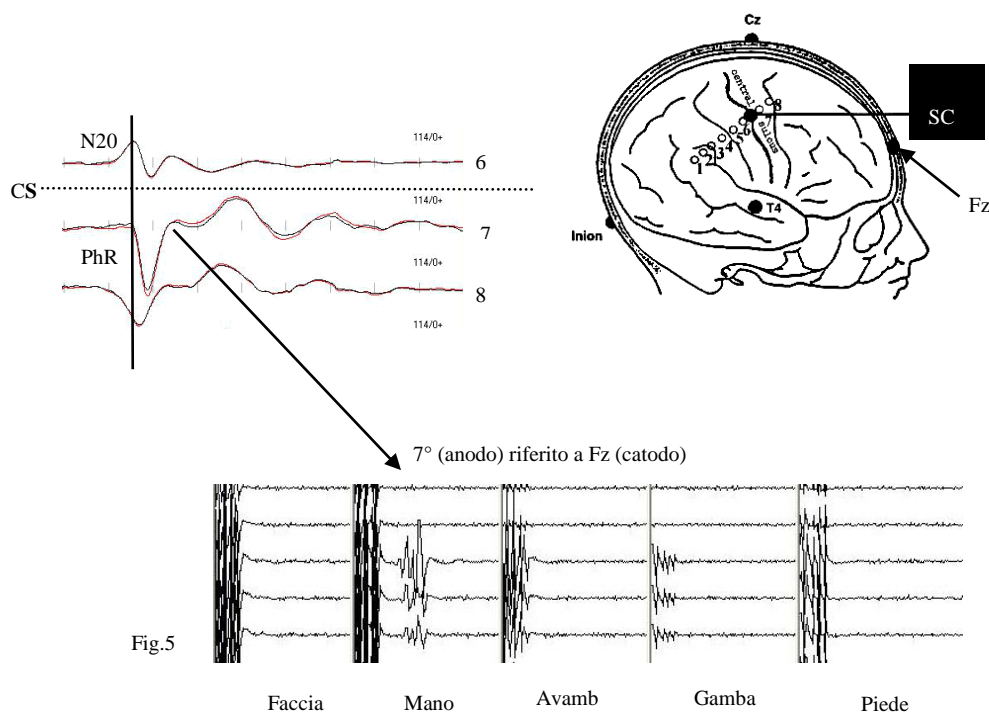


Fig.5

- **Mappaggio corticale e sottocorticale (mapping)** (fig.6), il TNFP dovrà esser in grado di:
 - ✓ verificare se fare o meno la stimolazione corticale (punto 2.1);

- ✓ selezionare il montaggio appropriato per la procedura neurochirurgica, in correlazione al lembo chirurgico (craniotomia). Il fine sarà di mappare la corteccia cerebrale per identificare aree eloquenti e successivamente mappare la sostanza bianca sottocorticale per estendere l'exeresi tumorale preservando tessuto funzionalmente sano;
- ✓ posizionare gli elettrodi di stimolazione e registrazione in modo corretto secondo i protocolli di lavoro del centro ospedaliero di spettanza;
- ✓ assicurarsi che lo stimolatore funzioni correttamente e che il lato di registrazione sia congruo;
- ✓ scegliere l'appropriata durata dello stimolo, ripetizione dello stimolo (treno di stimoli – tecnica multi-pulse o stimolazione a bassa frequenza – Ojemann technique), frequenza interstimolo (o intervallo interstimolo), frequenza di stimolazione (manuale o cadenzata);
- ✓ procedere con la registrazione;
- ✓ documentare i parametri di stimolazione e registrazione al fine del report finale (referto e/o stampa forme d'onda) e della sicurezza paziente (electrical patient safety);
- ✓ riconoscere e documentare attività artefattuale;
- ✓ mappare la zona cortico-sottocorticale su richiesta nel neurochirurgo;
- ✓ riconoscere e avvertire il team chirurgico, documentando, le risposte motorie a seguito di stimolazione (compito del neurofisiologo clinico; in sua assenza, del medico referente del monitoraggio; in sua assenza, avvertire il referente chirurgico del monitoraggio), utilizzando i criteri adottati dal centro ospedaliero di spettanza.

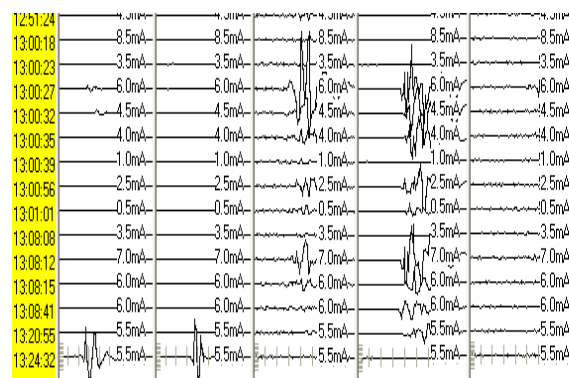


Fig.6

2.3.Chirurgia Sovratentoriale in Awake Surgery.

Le metodiche utilizzate per la chirurgia sovratentoriale in aree eloquenti, in awake surgery, sono composte da tecniche di mapping e monitoring; se consideriamo uno IOM per un processo occupante spazio in sede fronto-temporo-parietale (aree associative, area di Wenicke, area di Broca, area M1 e M2) si ha l'idea completa delle tecniche utilizzabili: EEG, EMG, SEPs, MEPs da stimolazione elettrica transcranica, PhR (mapping-monitoring), ECoG, Stimolazione diretta della corteccia attraverso la tecnica multipulse e la tecnica a 60Hz (mapping), Mappaggio sottocorticale (mapping). Per i compiti inerenti le singole tecniche, vedasi il paragrafo 2.2.

Il compito del TNFP durante uno IOM in caso di awake surgery è quello di effettuare un planning lavorativo con tutti i componenti dell'equipe chirurgica (neurochirurgo, neuropsicologo, anestesista), in quanto a seconda della localizzazione del processo occupante spazio, dell'anamnesi

del paziente e del tipo di chirurgia che si vuole approcciare, il task operativo cambia (fig.7,8,9,10,11).

Per quanto riguarda il tipo di narcosi durante awake surgery, vi sono tre tipi di piano anestesiológico:

- **TOTAL AWAKE:** il paziente non viene mai addormentato ma verrà fatta dell'anestesia locale a livello dello scalp, in questo caso è consigliato applicare elettrodi di superficie per la registrazione dei MEPs e la stimolazione dei SEPs; è possibile invece, data l'anestesia locale, applicare aghi a baionetta o ad uncino per la registrazione dei SEPs. I corkscrews diventano difficilmente applicabili per via del tipo di analgesia; diviene quindi fondamentale la possibilità di posizionare la strip per la stimolazione diretta della corteccia, per la valutazione della funzionalità motoria.
- **ASLEEP – AWAKE - ASLEEP:** questa tecnica, maggiormente diffusa nei diversi centri di riferimento per awake surgery, prevede tre distinte fasi. Nella prima fase il paziente verrà indotto seguendo il classico protocollo anestesiológico TIVA/TCI, tuttavia per agevolare le manovre di risveglio non verrà posizionato un tubo endotracheale armato ma una maschera laringea. Una volta effettuata la craniotomia ed incisa la dura madre, ha inizio la fase di risveglio; l'anestesista ridurrà gradualmente i farmaci ed in seguito sospenderà la sedazione. In questa fase il compito del TNFP è di osservare i cambiamenti EEG ed EMG per valutare le fasi del risveglio e valutare il grado di collaborazione del soggetto, nonché eventuali crisi durante la sospensione della sedazione. Al termine dell'exeresi tumorale, l'anestesista indurrà nuovamente il soggetto in narcosi con TIVA/TCI.
- **ASLEEP – AWAKE:** A differenza della tecnica sopra descritta il paziente terminata la parte di awake surgery, non verrà riaddormentato, ma verrà mantenuto in respiro spontaneo continuando l'infusione di Ultiva.

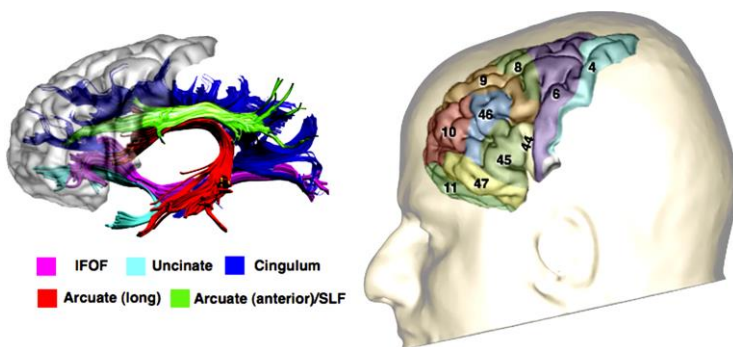


Fig.7. Anatomia del lobo frontale con le maggiori connessioni associative: fascicolo inferiore fronto-occipitale (IFOF), fascicolo uncinato, fascicolo del cingulum, fascicoli dell'arcuato.

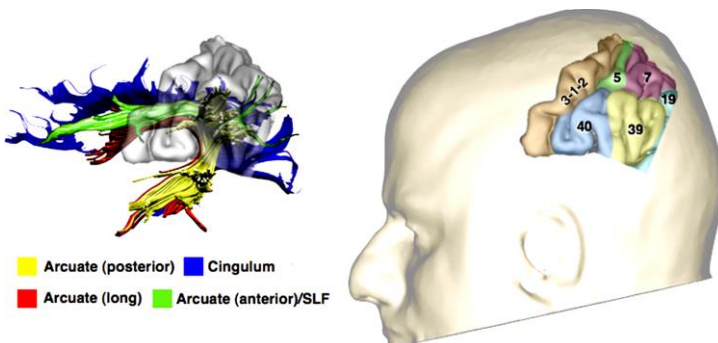


Fig.8. Anatomia del lobo parietale con le maggiori connessioni associative: fascicoli dell'arcuato, fascicolo del cingulum.

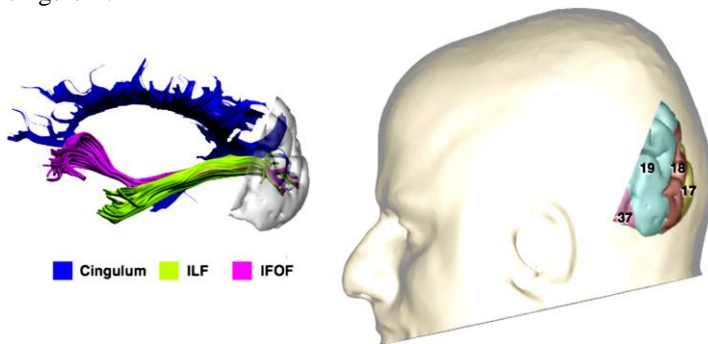


Fig.9. Anatomia del lobo occipitale con le maggiori connessioni associative: fascicolo del cingulum, fascicolo longitudinale inferiore (ILF), fascicolo inferiore fronto-occipitale (IFOF).

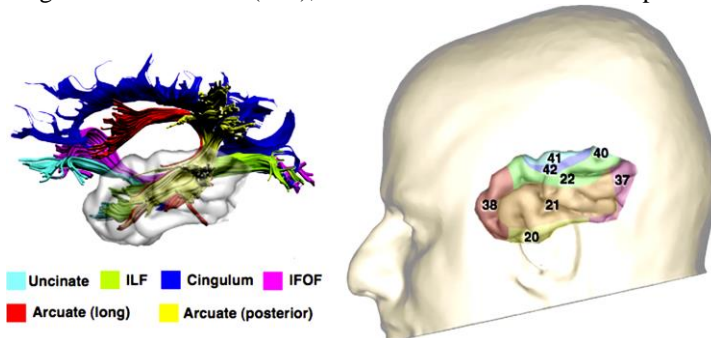


Fig.10. Anatomia del lobo temporale con le maggiori connessioni associative: fascicolo uncinato, fascicolo longitudinale inferiore (ILF), fascicolo del cingulum, fascicolo inferiore fronto-occipitale (IFOF), fascicoli dell'arcuato.

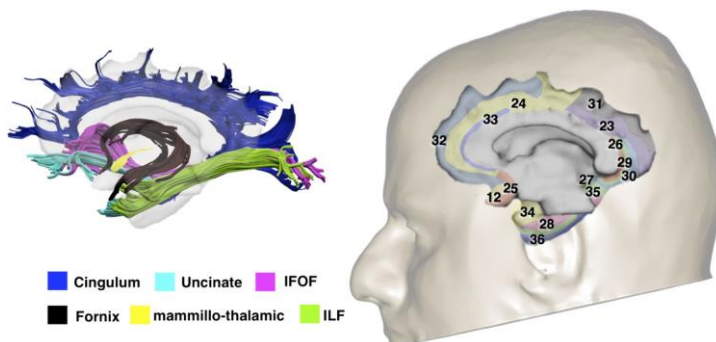


Fig.11. Anatomia del lobo limbico con le maggiori connessioni associative: fascicolo del cingulum, fascicolo uncinato, fascicolo inferiore fronto-occipitale (IFOF), giro del fornice, fascicolo mamillo-talamico, fascicolo longitudinale inferiore (ILF).

I criteri di allarme e di verifica anatomico-funzionale delle strutture eloquenti sono quelli adottati dal centro ospedaliero di spettanza.

Di seguito viene riportato, in estrema sintesi, il protocollo di lavoro svolto dal centro di riferimento identificato per la stesura di questo lavoro:

- a) valutazione del linguaggio,
- b) valutazione della memoria,
- c) identificazione delle funzioni esecutive,
- d) valutazione dell'aprassia,
- e) valutazione della cognizione spaziale.

TNFP: Borio Alessandro (A.O.U. Città della Salute e della Scienza di Torino)

TNFP: Milani Daniela (I.R.C.C.S. Humanitas, Rozzano, MI)