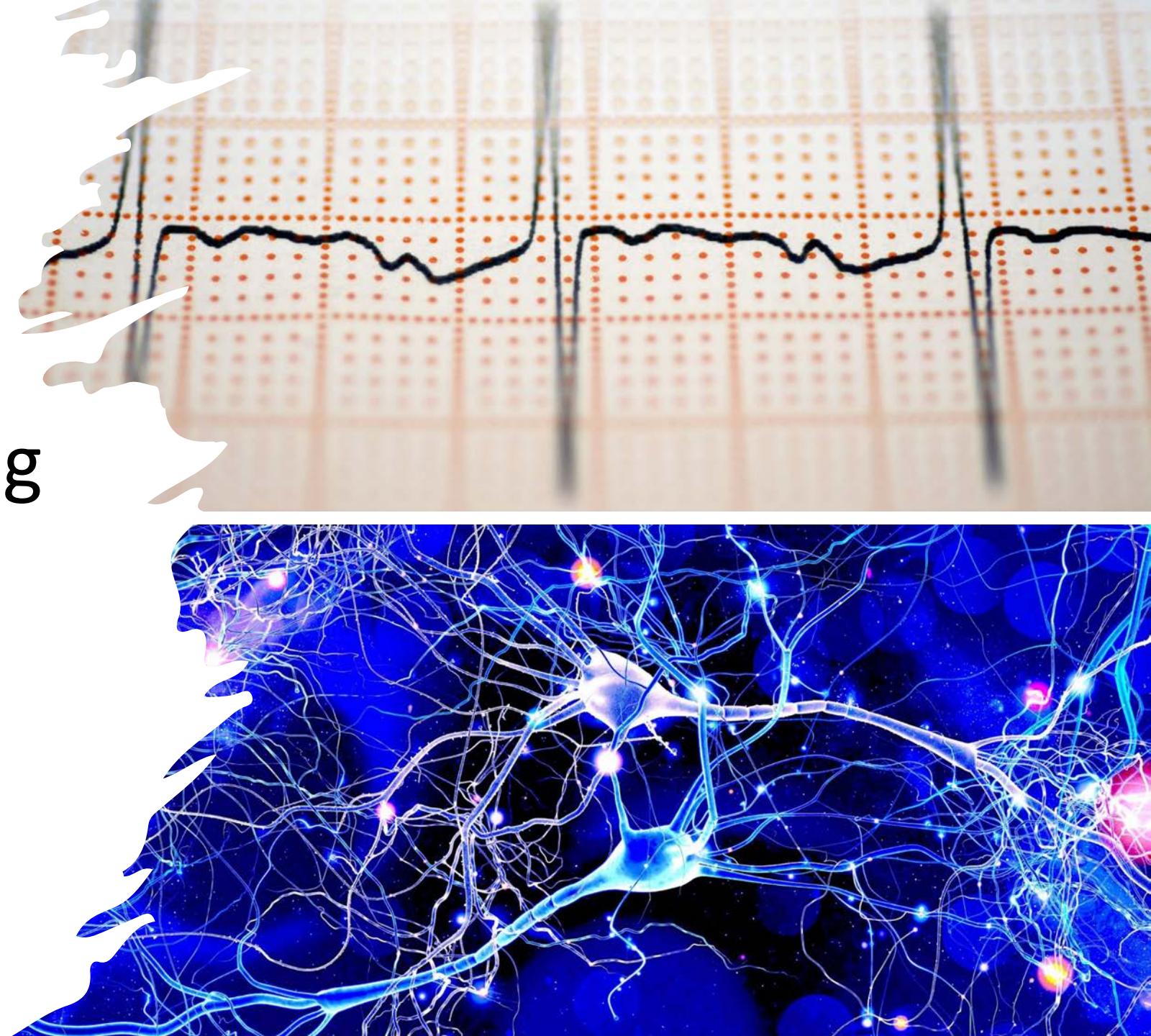


Neuro-monitoring intra-opératoire

F YUNG & S FOURNIER
Cours SB 6513
16 février 2023



DÉCLARATION D'INTÉRÊT ET CRÉDITS

- Françoise YUNG : professeur adjoint de clinique UdeM, Anesthésiste CHU Ste Justine
- Sébastien FOURNIER : professeur de clinique, Université Laval; Neurophysiologiste et PDG de Rempart Neurophysiologie Inc.
 - Rempart est un prestataire de service en neuromonitoring dans les hôpitaux du Québec et à la grandeur du Canada.

OBJECTIFS DE CE COURS

- Comprendre le fonctionnement et l'utilité du neuromonitoring intraopératoire;
- Comprendre les techniques de base, la physiologie et l'anatomie impliquée dans le neuromonitoring intraopératoire;
- Comprendre l'interaction des divers agents anesthésiologiques sur la génération des signaux bioélectriques.

PLAN DU COURS

- Neuromonitoring: principes de base, objectifs, indications
- Anesthésie : agents, contexte opératoire, physiologie, environnement
- Optimisation et troubleshooting
- Wake-up test
- Résumé - Messages importants
- Les indications actuelles - Exemples cliniques
- Q&R

LES ALIAS

- Monitorage neurophysiologique peropératoire
 - “IntraOperative Neurophysiological Monitoring - IONM”
- Neuromonitoring intraopératoire/peropératoire
- Monitorage de la moëlle épinière
 - “Spinal cord monitoring”
- Potentiels Évoqués
- Neuromonitoring

IONM: INTRODUCTION

- Les mots clés:

- Intégrité nerveuse
- Détection précoce des complications neurologiques
- Guide procédural/fonctionnel (mapping)
- Complémentarité à l'anesthésie

IONM: 1. PROTECTION NEUROLOGIQUE

- Le but premier du neuromonitoring est de surveiller et d'assurer l'intégrité de structures nerveuses (ex.: neurones, nerfs, axones) lors de chirurgies qui comportent un risque de déficit pour ces structures nerveuses et ainsi réduire/prévenir les atteintes iatrogéniques au système nerveux.
 - Chirurgie spinale (ex.: correction de difformités)
 - Neurochirurgie (ex.: lésion supra- et infratentorielle, fosse postérieure)
 - ORL (ex.: thyroïde, parotide, schwannome vestibulaire)
 - Vasculaire (ex.: endartériectomie de la carotide, anévrisme de l'aorte)

LE NEUROMONITORING
C'EST AUSSI...
VOIR L'INVISIBLE



IONM: 2. GUIDE FONCTIONNEL

- Le neuromonitoring permet aussi de guider le chirurgien dans son approche chirurgicale:
 - Cartographie corticale/sous-corticale
 - Cartographie des cordons postérieurs
 - Identification des nerfs crâniens et des racines nerveuses

IONM: 3. AUTRES AVANTAGES

- Permet de prévenir des déficits liés au positionnement du patient
 - Ex.: Plexopathie brachiale
- Permet de déterminer la profondeur de l'anesthésie
 - EEG brut et spectral (CSA, DCSA), SEF.
 - Fréquence des ondes cérébrales: delta, theta, alpha, beta
 - Complément/remplacement au BIS, Entropie, SedLine
- Permet de détecter la réactivité à la douleur

L'ÉQUIPE DE NEUROMONITORING



- En salle d'opération, le neuromonitoring est fait principalement par des neurophysiologistes et des technologues en électrophysiologie médicale.
- Certains centres ont aussi accès à de la supervision professionnelle en temps réel via une connexion à distance sécurisée (ex.: télémédecine).

QU'EST-CE QU'UN NEUROPHYSIOLOGISTE?



PhD/MD en neuroscience



Fellowship en neurophysiologie peropératoire



Certification - ex.: American Board of Neurophysiologic Monitoring



Comprend l'anatomie, la physiologie, la chirurgie et l'anesthésie



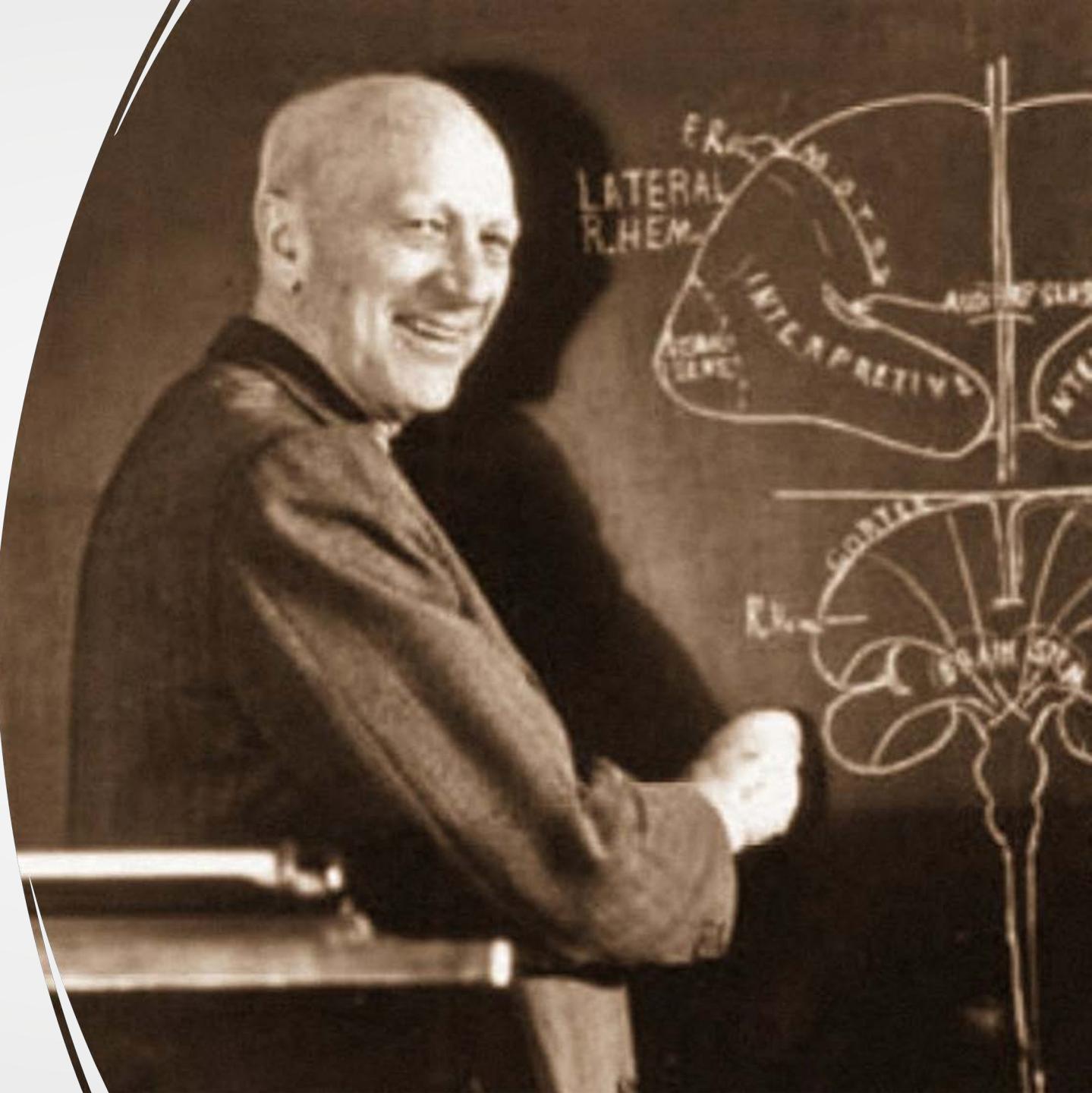
Parle le langage médical



Responsable de l'interprétation des signaux bioélectriques et du diagnostic différentiel neurophysiologique

LES ORIGINES DE LA PRATIQUE

- 1930s : Dr. Wilder Penfield –
Stimulation électrique du
cerveau humain



NEUROMONITORING DE LA MOËLLE ÉPINIÈRE

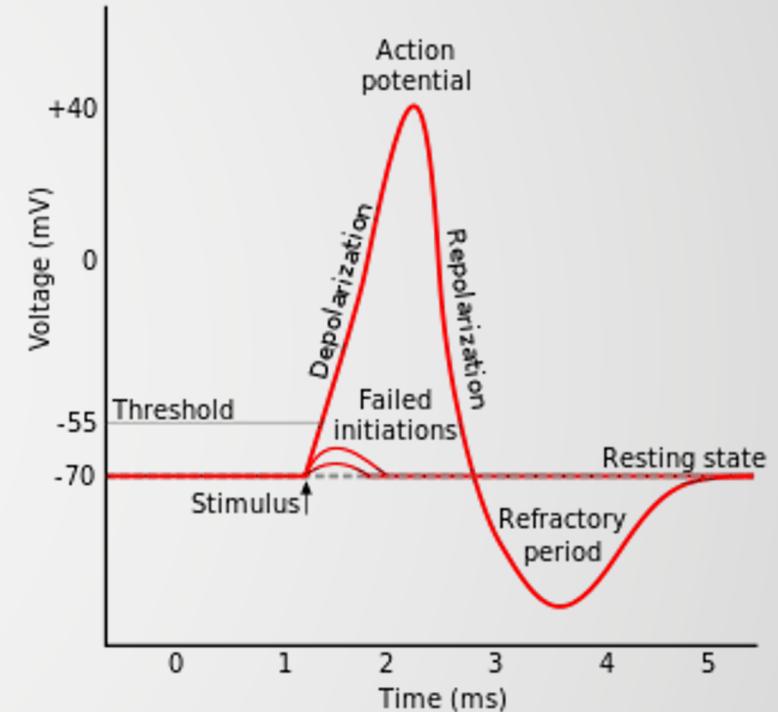


LES DÉBUTS DU NEUROMONITORING MODERNE

- 1970s : Drs. Tamaki et Kubota – Stimulation directe des faisceaux sensitifs de la moelle épinière (SCEP) pour assister lors de corrections de difformités spinales
 - Débuts des Potentiels Évoqués Somatosensitifs (SSEPs)
- Fonctions motrices? : Vauzelle et Stagnara – Stagnara Wake Up Test
- 1980 : Merton et Morton inventent le Digitimer (DIGItal Time Interval Marker and Event Release) et la technologie pour stimuler le cerveau de façon transcrânienne (TceMEP)
- 1990s : Approbation par la FDA des paramètres de stimulation transcrânienne des voies motrices
- 2000s : Début des Potentiels Évoqués Moteurs Transcrâniens (TceMEPs) au Canada
- 2010-2011 : Début des TceMEPs au Québec
- Aujourd’hui, aux USA, le neuromonitoring est obligatoire et fait partie des soins de base dans la majorité des chirurgies spinales et dans de nombreuses chirurgies de la tête.
- Au Canada, consensus sur l’utilisation du neuromonitoring en chirurgie spinale pédiatrique (ex.: correction de scoliose idiopathique)

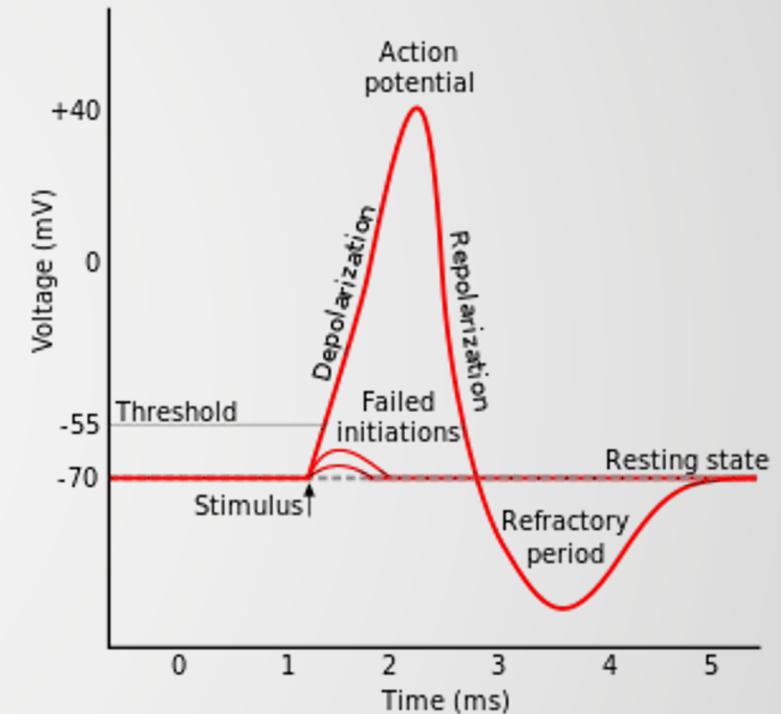
LE POTENTIEL ÉVOQUÉ

- Potentiel d'action (involontaire) d'un neurone
- 3 façons de déclencher un potentiel d'action:



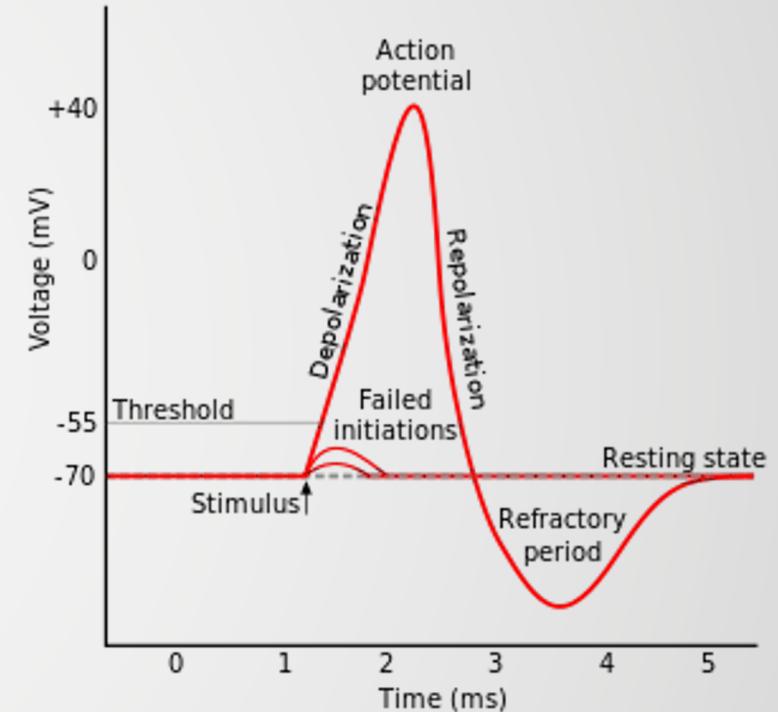
LE POTENTIEL ÉVOQUÉ

- Potentiel d'action (involontaire) d'un neurone
- 3 façons de déclencher un potentiel d'action:
 - 1. Chimique (ex.: neurotransmetteur)
 - 2. Thermale
 - 3. Mécanique
- 2 façons d'évoquer un potentiel évoqué:

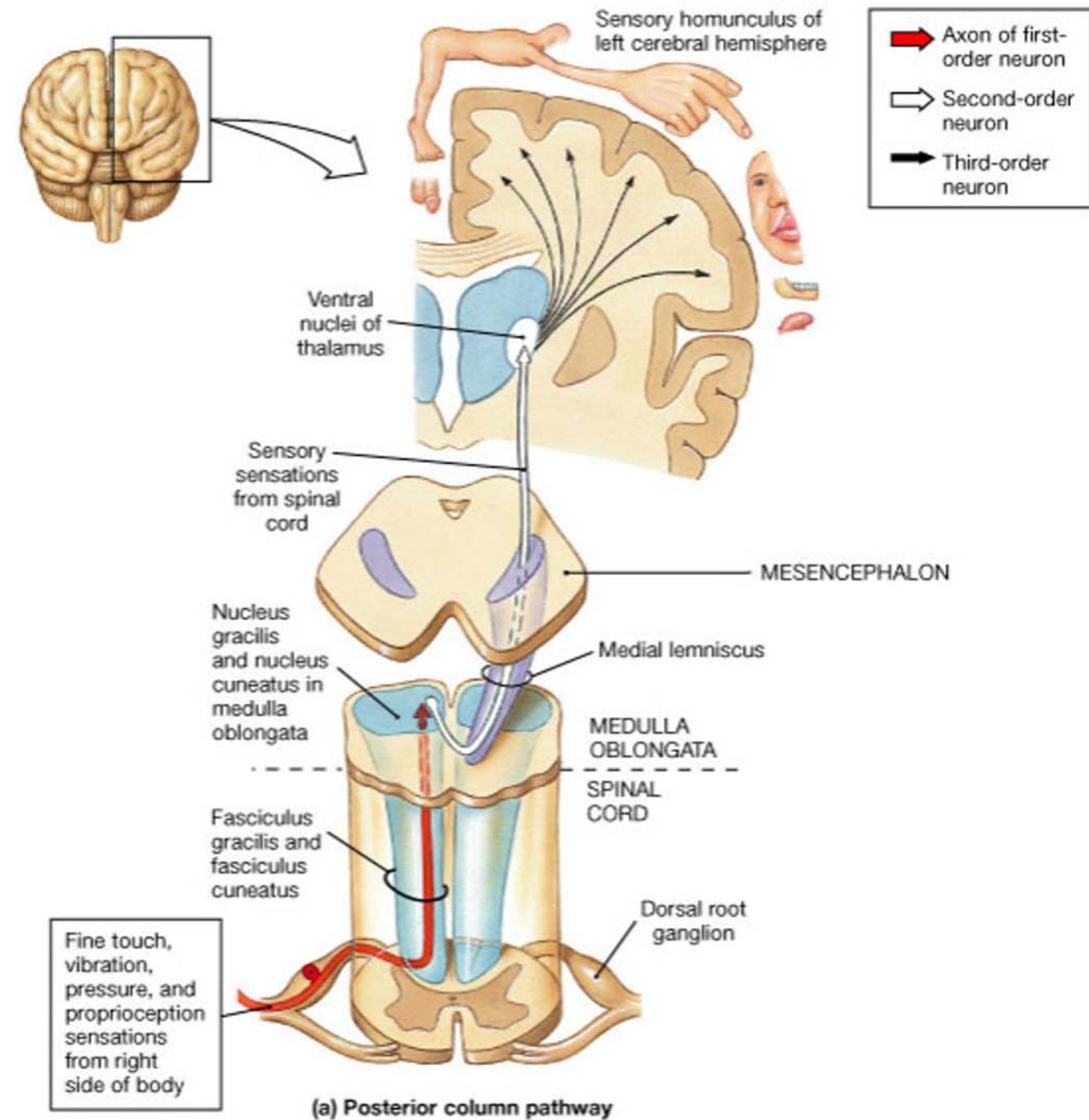


LE POTENTIEL ÉVOQUÉ

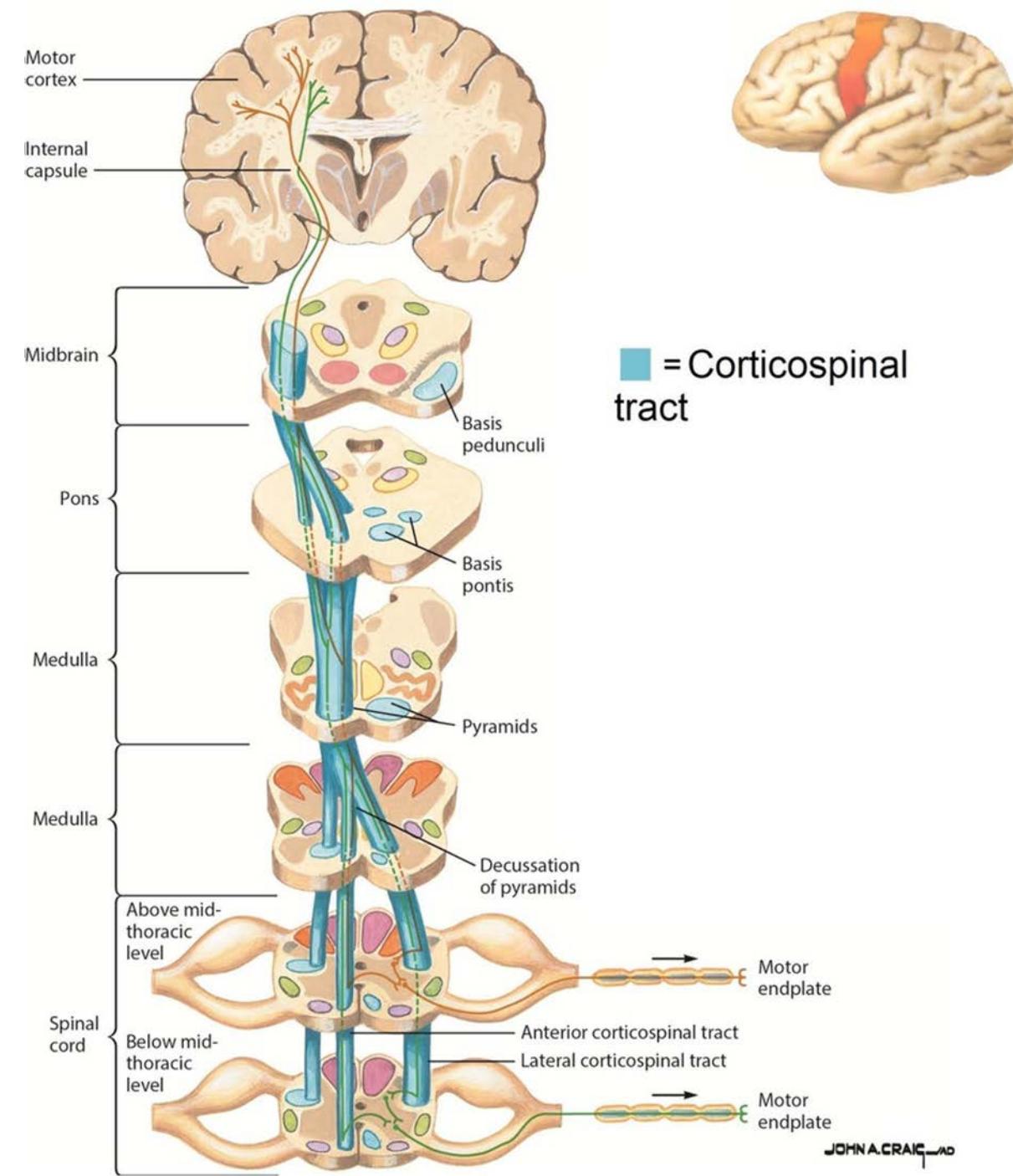
- Potentiel d'action (involontaire) d'un neurone
- 3 façons de déclencher un potentiel d'action:
 - 1. Chimique (ex.: neurotransmetteur)
 - 2. Thermale
 - 3. Mécanique
- 2 façons d'évoquer un potentiel évoqué:
 - 1. Électrique
 - 2. Magnétique



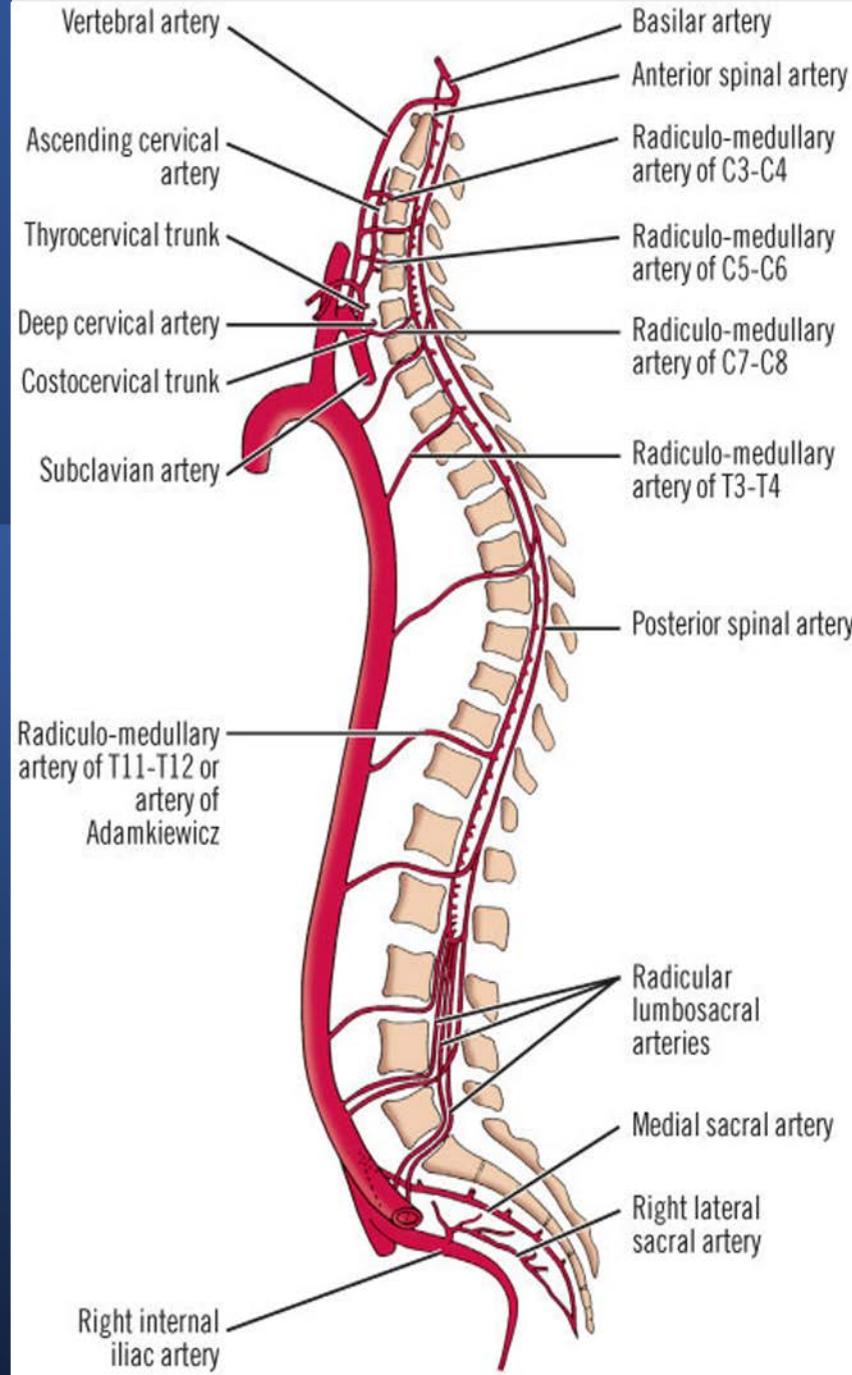
ANATOMIE DE LA MOËLLE ÉPINIÈRE DORSALE



ANATOMIE DE LA MOËLLE ÉPINIÈRE VENTRALE

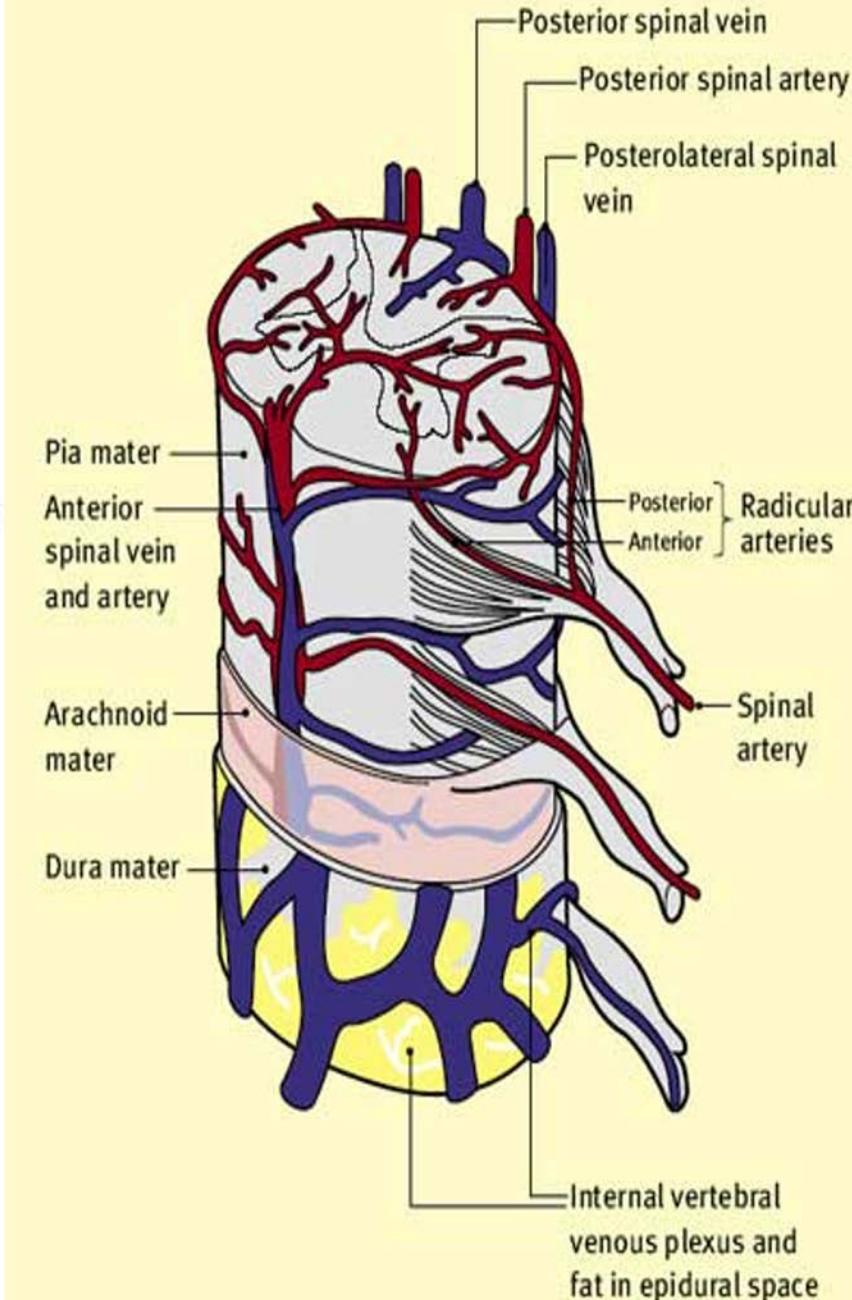


VASCULARISATION MEDULLAIRE

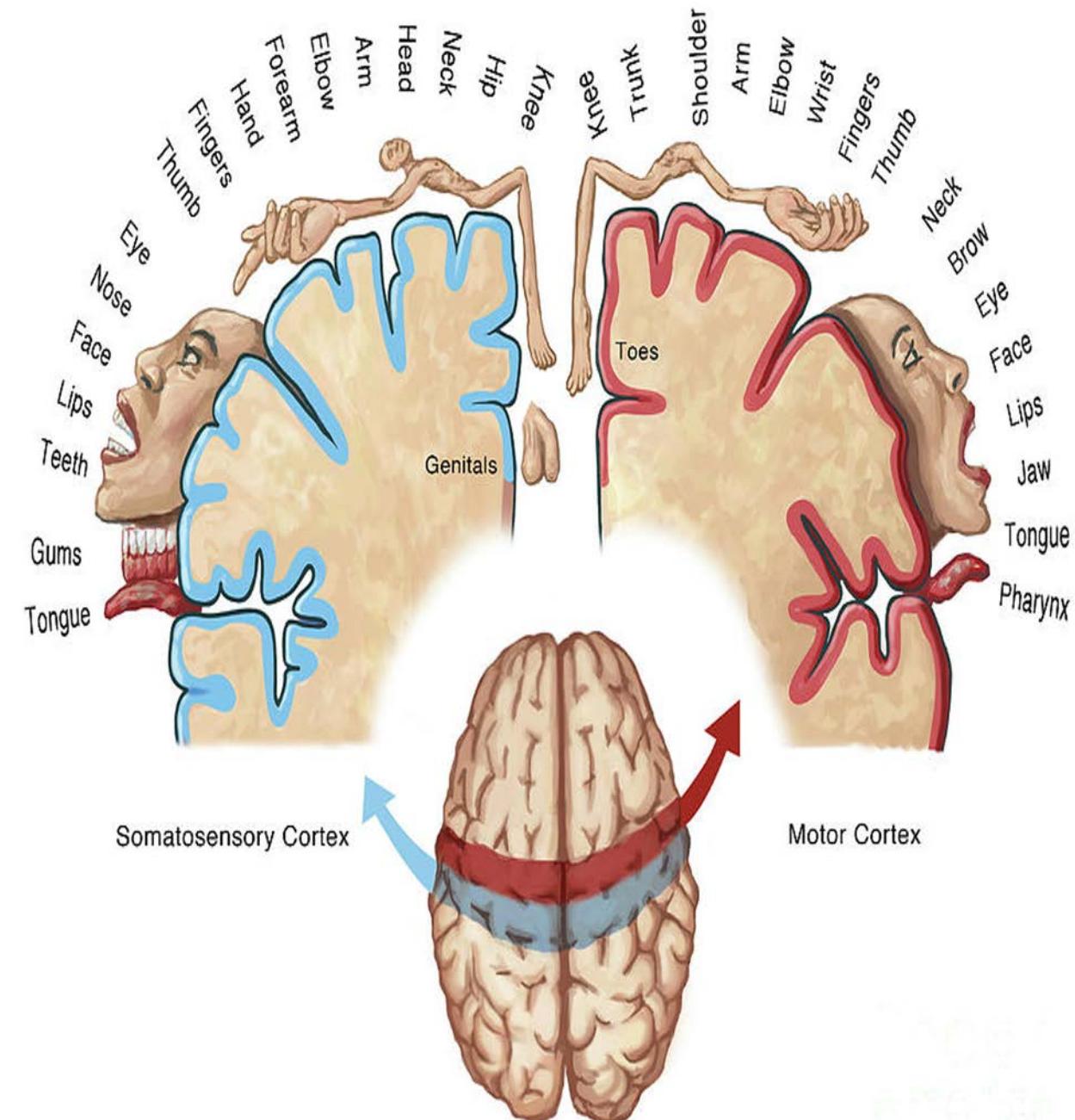


Copyright ©2006 by The McGraw-Hill Companies, Inc.
All rights reserved.

Arterial supply and venous drainage of the spinal cord

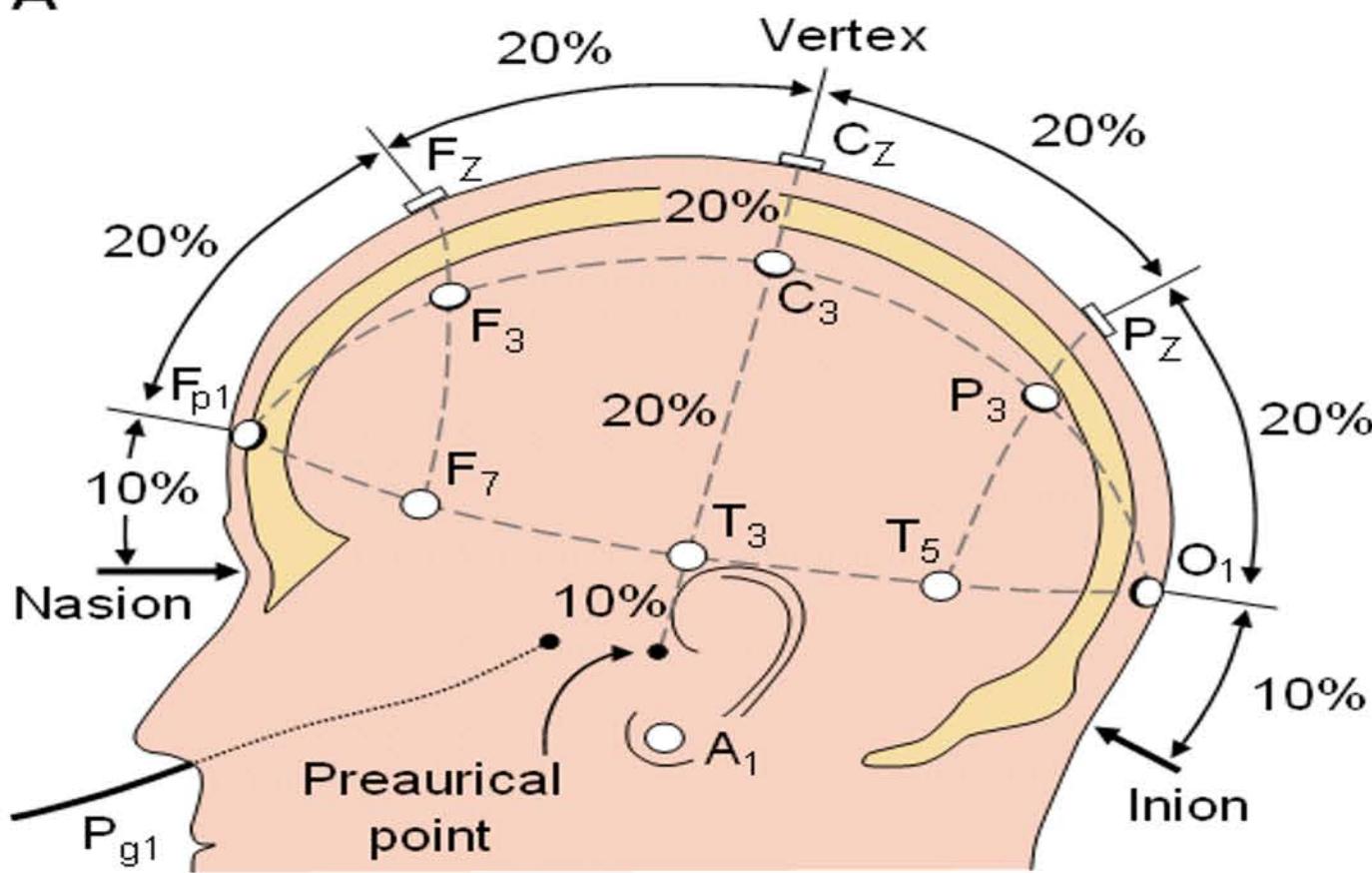


L'HOMONCULE DE PENFIELD

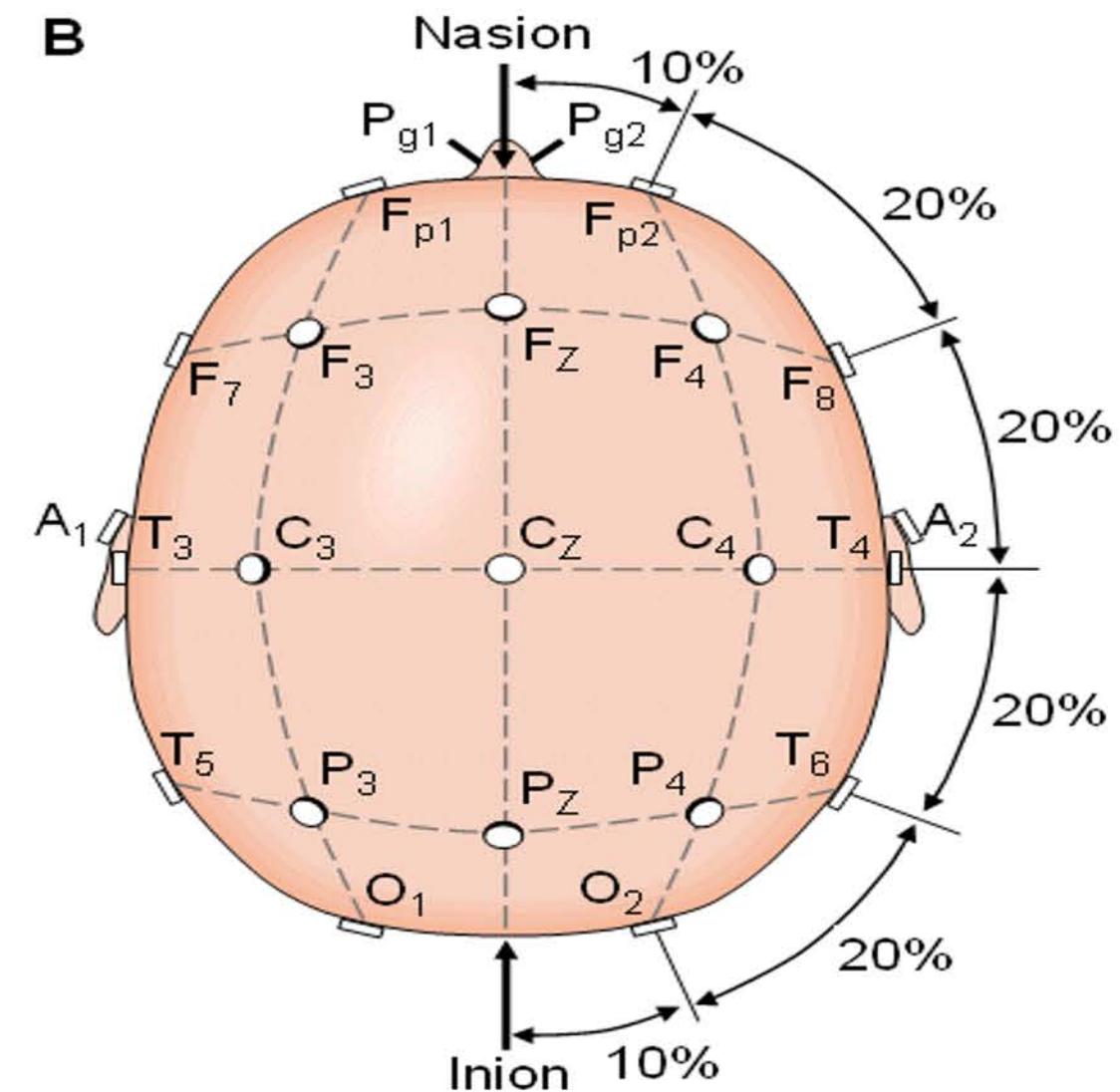


LE SYSTÈME 10/20 INTERNATIONAL

A



B



NEUROMONITORING MULTIMODALITAIRE

Enregistrement spontané

- Ex.: Électroencéphalographie (EEG), Électrocorticographie (ECoG), Électromyographie (EMG)

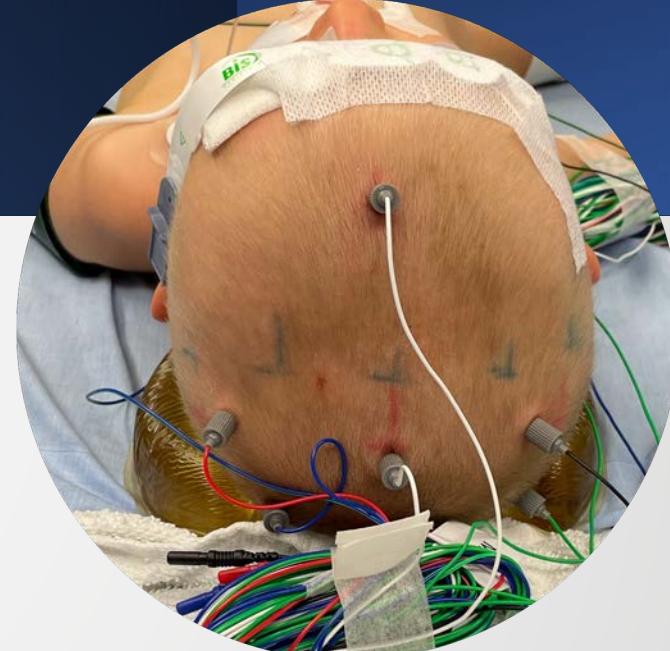
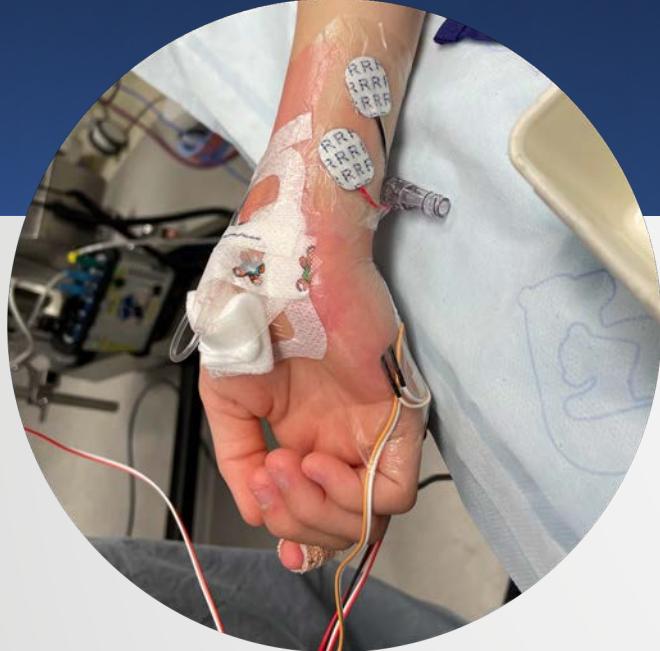
Potentiels évoqués par stimulation électrique, auditive, visuelle

- Ex.: SSEP, MEP, ABR, VEP

Sensibilité, spécificité et valeur prédictive

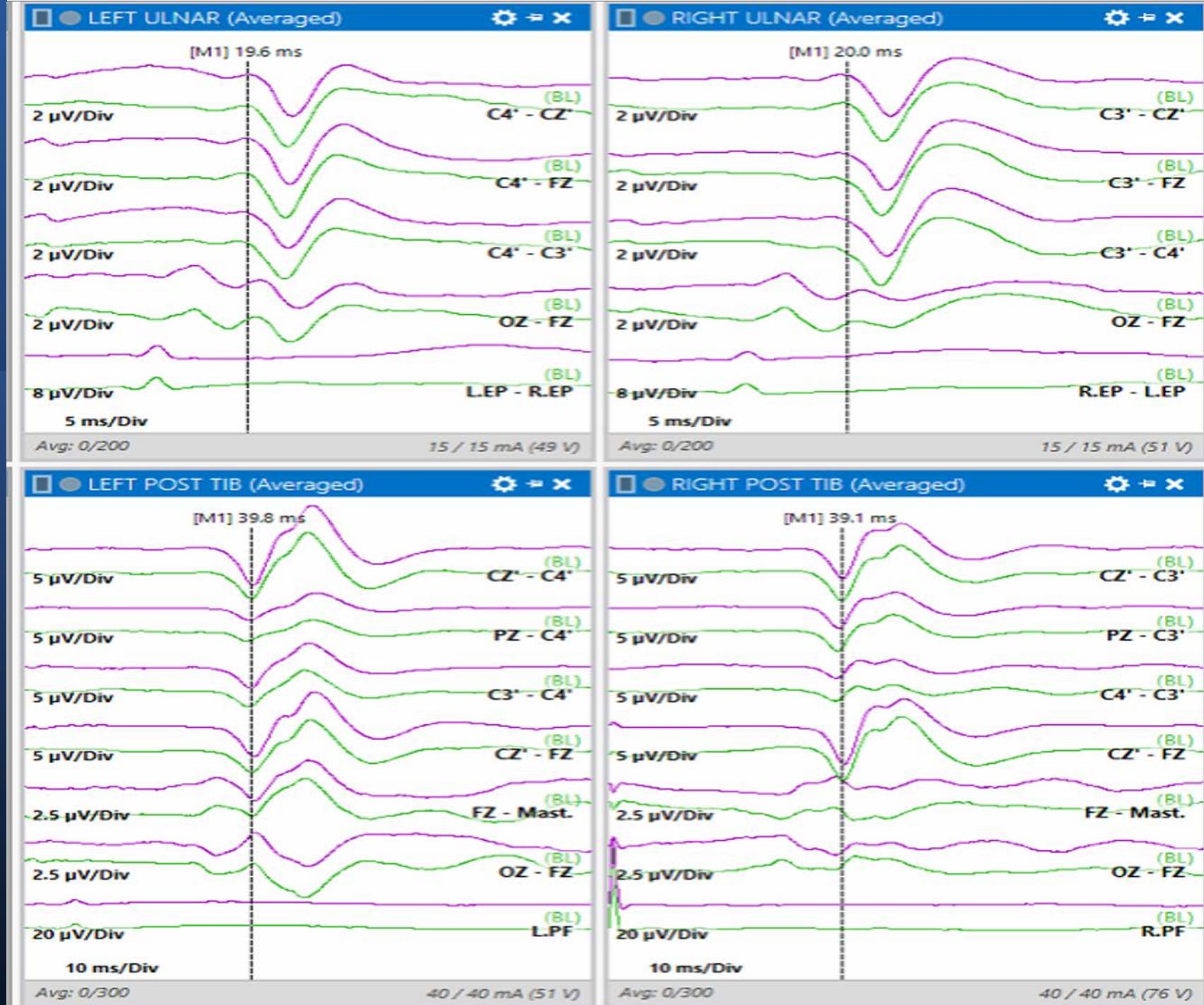
- Ex.: EMG pour détecter une atteinte vasculaire?; EEG pour détecter un AVC lacunaire?

LE FONCTIONNEMENT DU NEUROMONITORING

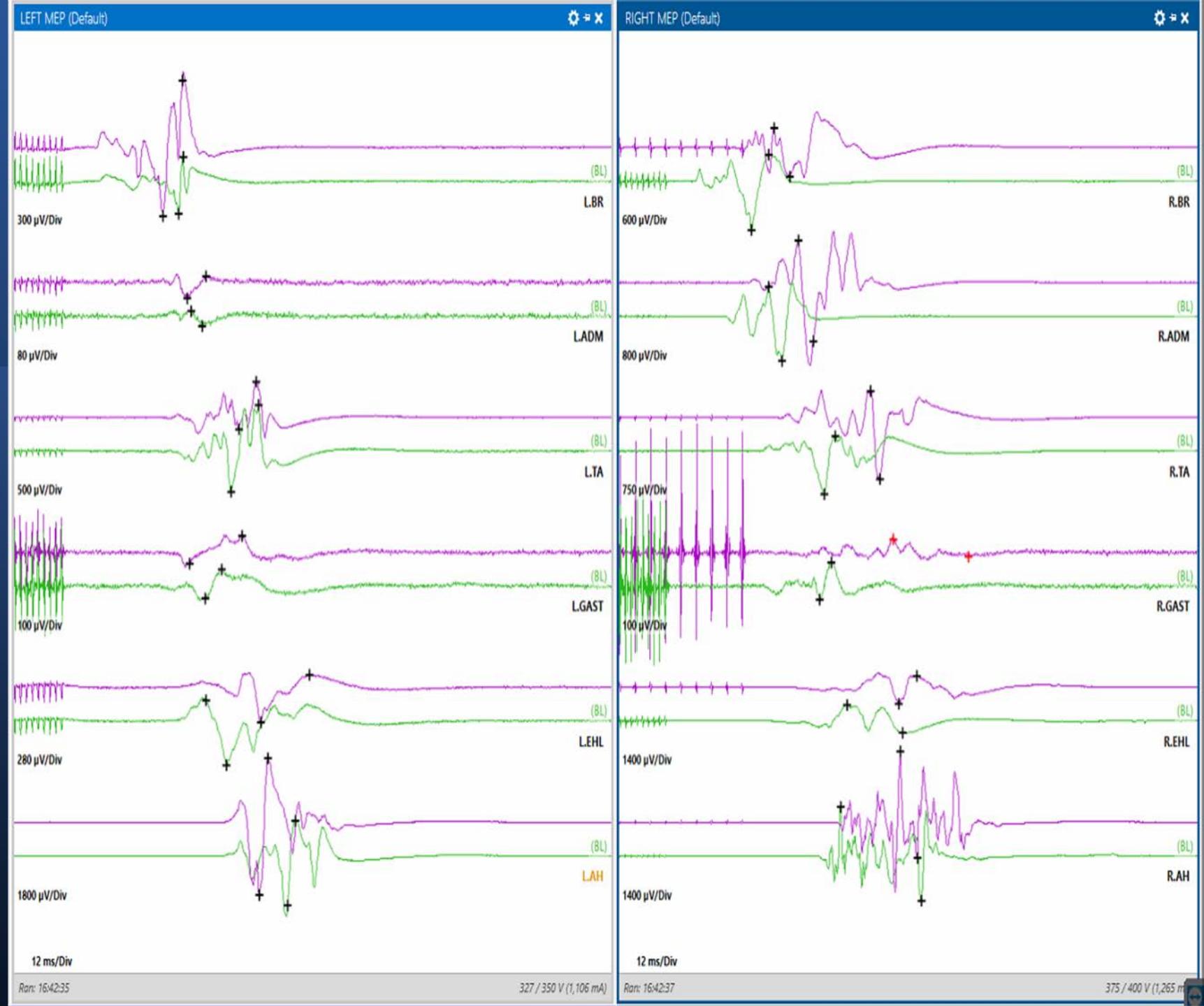


- Des électrodes (aiguilles, autocollants) sont placées sur divers muscles, nerfs, scalp, et ensuite reliés à un système d'acquisition de signaux bioélectriques.
- Stimulations orthodromiques et antidromiques

POTENTIELS ÉVOQUÉS SOMESTHÉSIQUES (SSEPs)



POTENTIELS ÉVOQUÉS MOTEURS TRANSCRÂNIENS (TceMEPs)



LES CRITÈRES D'ALARME

- \downarrow de 50% de l'amplitude des potentiels évoqués (SSEP, MEP, BAER, VEP)
- \uparrow de 10% de la latence (ex.: SSEP, BAER)
- Changement de la morphologie du signal

LES CAPRICES DU NEUROMONITORING

- Le neuromonitoring est une science précise, dynamique, mais aussi capricieuse
 - Certaines modalités sont sensibles aux halogénés
 - Certaines modalités requiert d'avoir des jonctions neuromusculaires libres de curare;
 - La majorité des modalités sont affectées par les bolus de tout genre (ex.: narcotiques)

LES CONSÉQUENCES?

- D'un point de vue électrophysiologique, les changements anesthésiques, hémodynamiques et de température peuvent imiter, presque parfaitement, les changements physiologiques rencontrés lors d'une atteinte iatrogénique aux systèmes nerveux central et périphérique
- D'où l'importance d'une bonne communication, du troubleshooting et du diagnostic différentiel

ANESTHÉSIE ET IONM



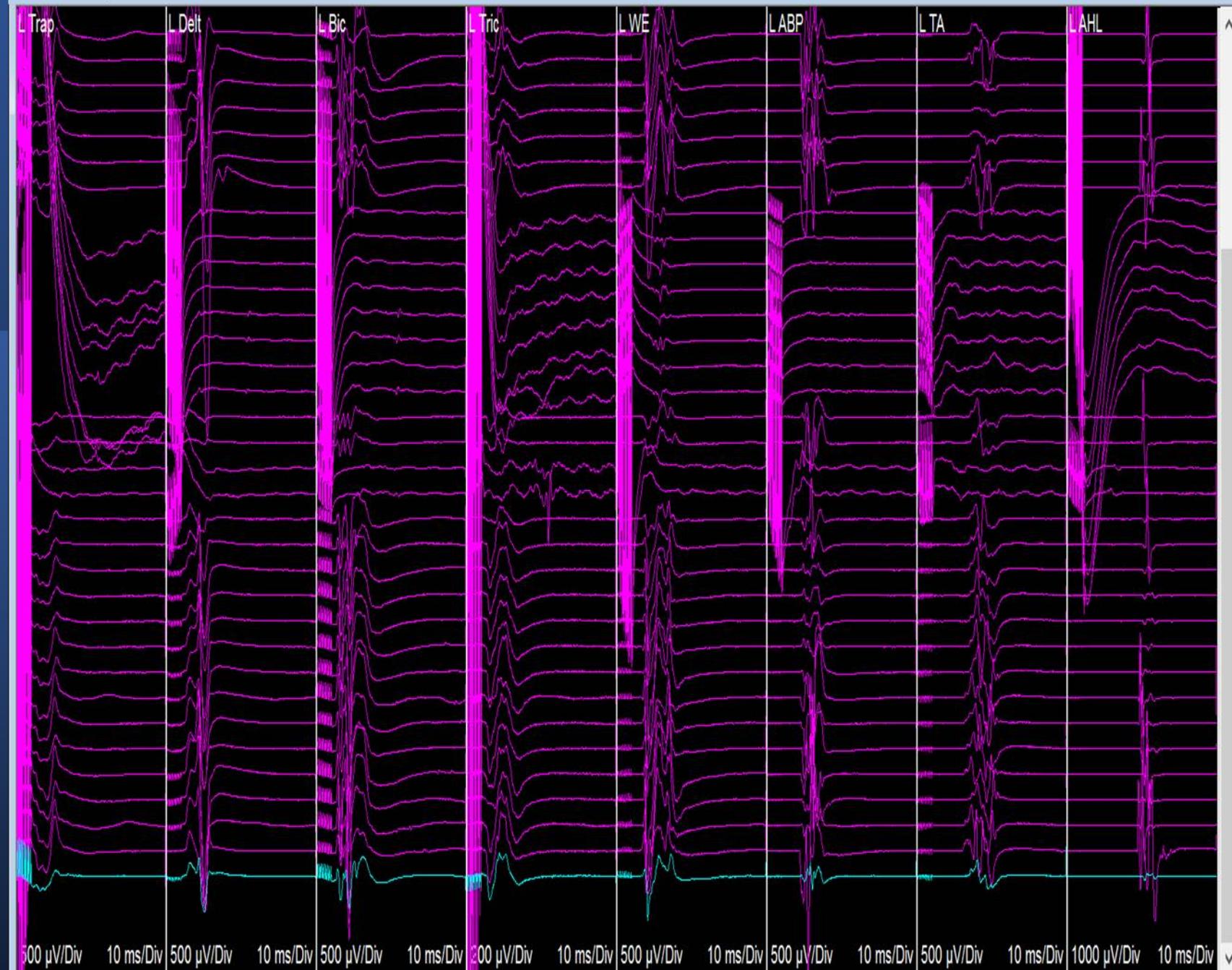
Médicaments d'anesthésie - contexte chirurgical

cf cours sur la physiologie cérébrale et effets des agents d'anesthésie
(Dr Halwagi)

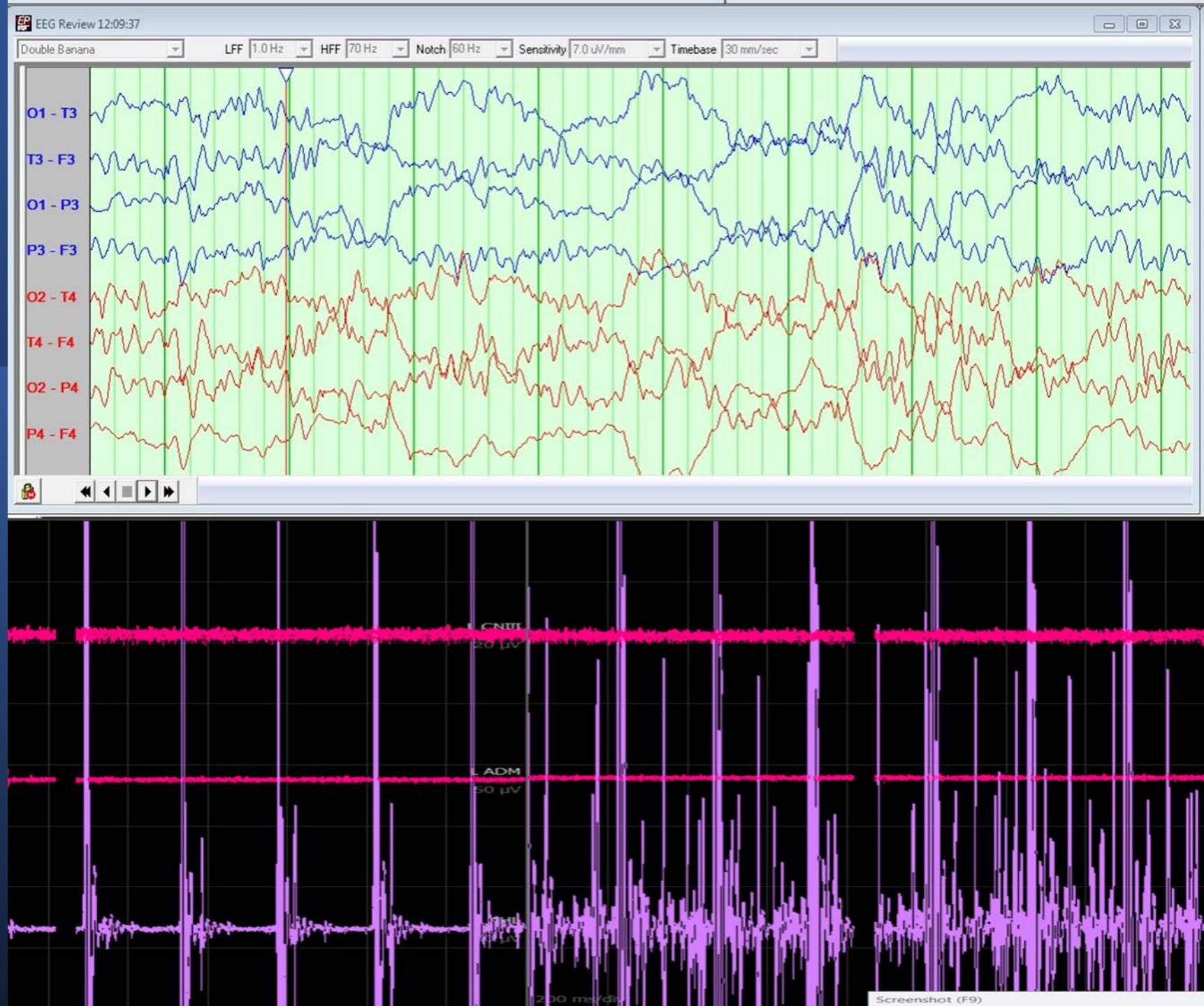
- Effet direct par action sur différents récepteurs corticaux et sous corticaux (effet synaptique)
- Effet indirect par action sur l'hémodynamique (débit cardiaque, effet vaso-actif)

L'EFFET DES BOLUS SUR L'IONM - IMPACT SUR MEPs

L MEP - Summary



PROFONDEUR CORTICALE VERSUS RÉACTIVITÉ À LA DOULEUR



HALOGÉNÉS

Inconscience,
amnésie(GABA),
immobilité (Glycine),
antinociception
(NMDA,nAch,K)

Effet inhibiteur
puissant des PE
corticaux, non linéaire
dès 0.5 MAC

Peu d'effet au niveau
sous-cortical (tronc,
épidural, nerf
périphérique)

Diminution marquée
amplitude >
augmentation de
latence

Effet inhibiteur
halothane > iso> sevo-
des

PROTOXYDE D'AZOTE N₂O

Analgésie (NMDA, μ , nAch, K)-inconscience et amnésie (GABAa- α 2central) immobilité (Gly)

Peu puissant, mais effet dépresseur synergique avec les autres médicaments d'anesthésie

Diminution marquée de l'amplitude et augmentation de la latence des PES > effet des halogénés

Peu compatible avec IONM

PROPOFOL

Inconscience, amnésie
Gaba_a (+) – NMDA(-)
antinociception AcH

↓amplitude des PE
corticaux (PES, EEG,
EcoG)..bolus !! ++

Récepteur Glycine ME :
à fortes doses, ↓MEP
(extr. distales)

PRIS : décrit pour des
cas en anesthésie !

CI : maladie
mitochondriale

TIVA
Titration soigneuse

OPIACÉS

EEG : ↑ amplitude, ↓ fréquence

Peu/Pas d'effet sur PE sous-corticaux, même à haute doses

Morphine IT: pas d'effet sur PE

TIVA
++ si CI propofol

BZD

Amnésie, inconscience : GABA

Anticonvulsivant : ralentissement
EEG sans Burst suppression ni
silence

↓ampl ↑ latence SSEP corticaux
pas d'effet sous cortical

Prémédication
TIVA si CI propofol ($t_{1/2}\beta$)

KÉTAMINE

Amnésie, inconscience : GABA
Antinociception : NMDA

↑ampl. et fréquence (PES
corticaux)

↑PEM musculaire et spinal

Co-analgesie - TIVA si Cl propofol

ETOMIDATE

Inconscience,
immobilité (GABAa-
Gly), K⁺
antinociception
(minime)

Effet exciteur EEG et
↗ amplitude PES
corticaux - PEMtc
musculaires

Peu d'effet sur PE sous
corticaux

Inhibition de la
synthèse du cortisol ++

↑NVPO

MAGNÉSIUM

antiarythmique-myorelaxant
anti-inflammatoire - neuroprotecteur
anticonvulsivant - analgésique

anesthésie balancée
modulation nociception
↓ catécholamines
endogènes

potentialise NMBA
↓↓ PEM CMAp

CI : insuffisance rénale

20-40 mg/kg puis 10
mg/kg/h

RELAXANT MUSCULAIRE

pas d'effet direct sur les potentiels évoqués

blocage jonction NM : pas de CMAP mais PE épiduraux possibles (D waves)

↓ratio bruit/signal : amélioration indirecte PES corticaux

PEM ok si TOF 2/4,
single twich 45%

maintenir curarisation stable
Monitorer le bon
groupe musculaire

ANESTHÉSIQUES LOCAUX

AL : blocage canaux sodiques voltage dépendant
= ↓ PES-PEM localement

Épidurale : OK si pas de bloc complet
IT : abolition PEM-PES

Lido iv : anti-inflammatoire et analgésique, épargne
popofol
↓ amplitude, ↑ latence PES -

Lido iv : 1,5 mg/kg puis 1,5 mg/kg/h
peu titrable

CLONIDINE, DEXMEDETOMIDINE

Agonistes α_2 A-B-C : dex 8 fois + sélectif que clonidine

Sympatholyse (bradycardie), sédation, HTA-hypoTA, analgésie

Effet minime sur SSEP – effet dépresseur sur MEP (pas de consensus ds la littérature)

Intérêt : épargne propofol, co analgesie, sédation

Posologie suggérée : 0,2 mcg/kg/h max

Demi-vie contextuelle : 4 min après une perf. de 10 min, 250 min après une perf. de 8 heures !

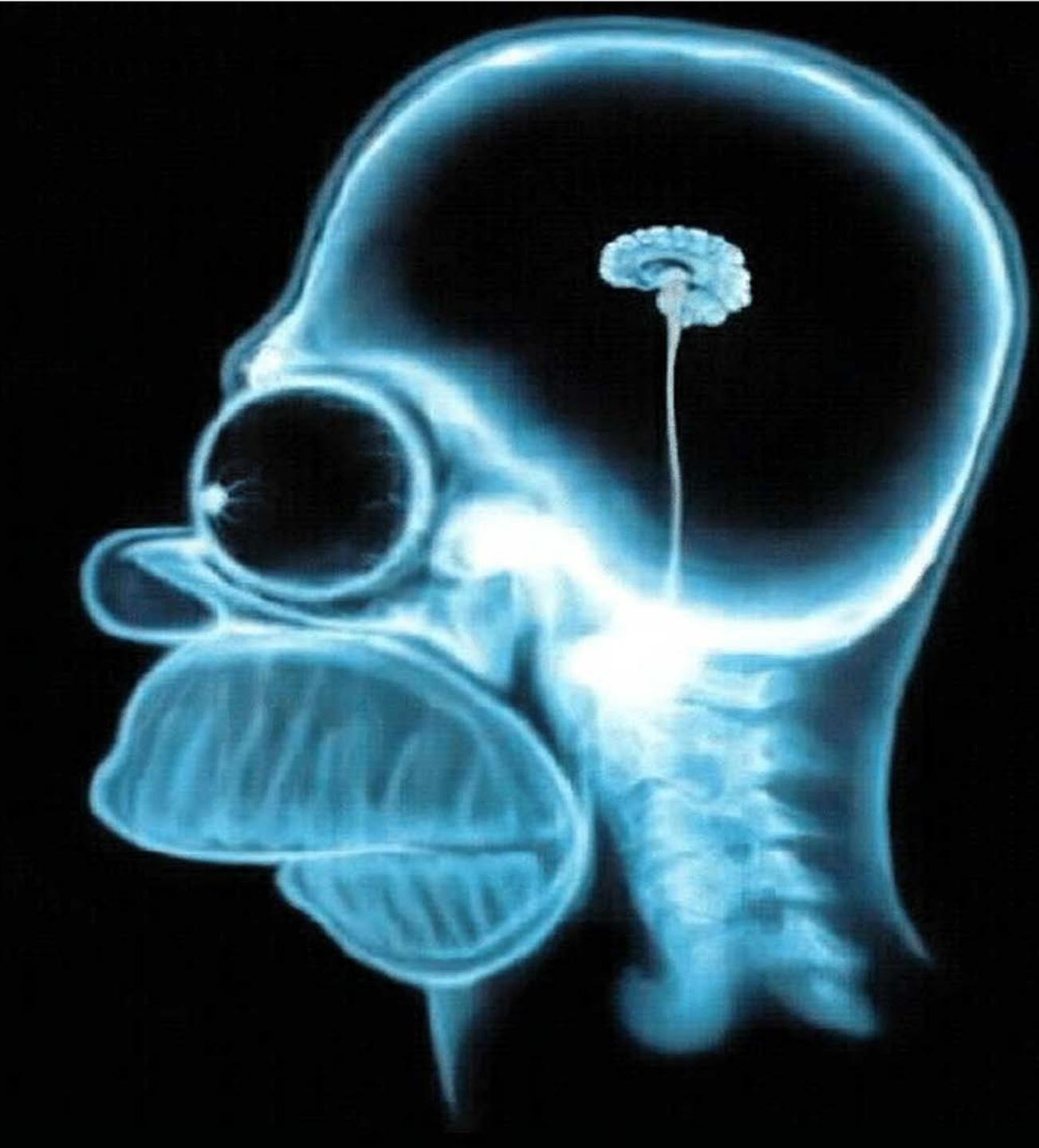
MÉDICAMENTS D'ANESTHÉSIE ET PE : RÉSUMÉ

- Diminution de l'activité synaptique ++ dépression électrique corticale : ↓↓ PE corticaux vs sous corticaux (PES++) (amplitude)
- Diminution de la conduction axonale + ↑ latence
- Diminution de l'activité synaptique et conduction axonale ⇒ dépression électrique corticale >> PE sous corticaux
- Action synaptique préférentielle : dépression des PES > PEM, pouvant entraîner des Faux positifs : perte de potentiels évoqués corticaux sans atteinte spinale sous jacente
- Relation dose/effet non linéaire, pas tjs prévisible

MÉDICAMENTS D'ANESTHÉSIE ET IONM

- Effets majeurs : hypnotiques (N2O>Halogéneé>>propofol)
- Effets mineurs : narcotiques, DXDMT, AL
- Utilisation judicieuse : optimisation IONM, (technique balancée vs TIVA) anticipation réveil,(per op ou post op) , curarisation ↓↓ PEM musculaires mais ↑ ratio signal/bruit PES...
- Effets paradoxaux : Ketamine & Etomidate : hyperactivité électrique corticale ↑ amplitude PES - PEM
le protocole d'anesthésie idéal varie avec les temps opératoire

ANESTHÉSIE ET IONM : CONSIDÉRATIONS PHYSIOLOGIQUES



TEMPÉRATURE

- Hypothermie : \downarrow durée potentiel d'action, \downarrow vitesse de conduction axonale et transmission synaptique entraînant \uparrow de la latence
- Peu d'effet sur l'amplitude des réponses corticales, sous-corticales ou périphériques : \uparrow latence et seuil de stimulation a partir de 32^*C (bypass, arrêt circulatoire)
- Disparition des PE corticaux en hypothermie très profonde
 - à $21^{\circ}C$: perte du complexe N20-P22
 - à $17^{\circ}C$: silence de N13 et EEG).
- Hypothermie régionale (soluté non réchauffé à haut débit, Jet-lavage)
- Hyperthermie modérée (39^*) diminution des latences corticales et sous-corticales sans modification des amplitudes
- Hyperthermie sévère ($>39^*$) altération PEM
- Idéalement : Maintenir température 2.5^* autour valeur de base

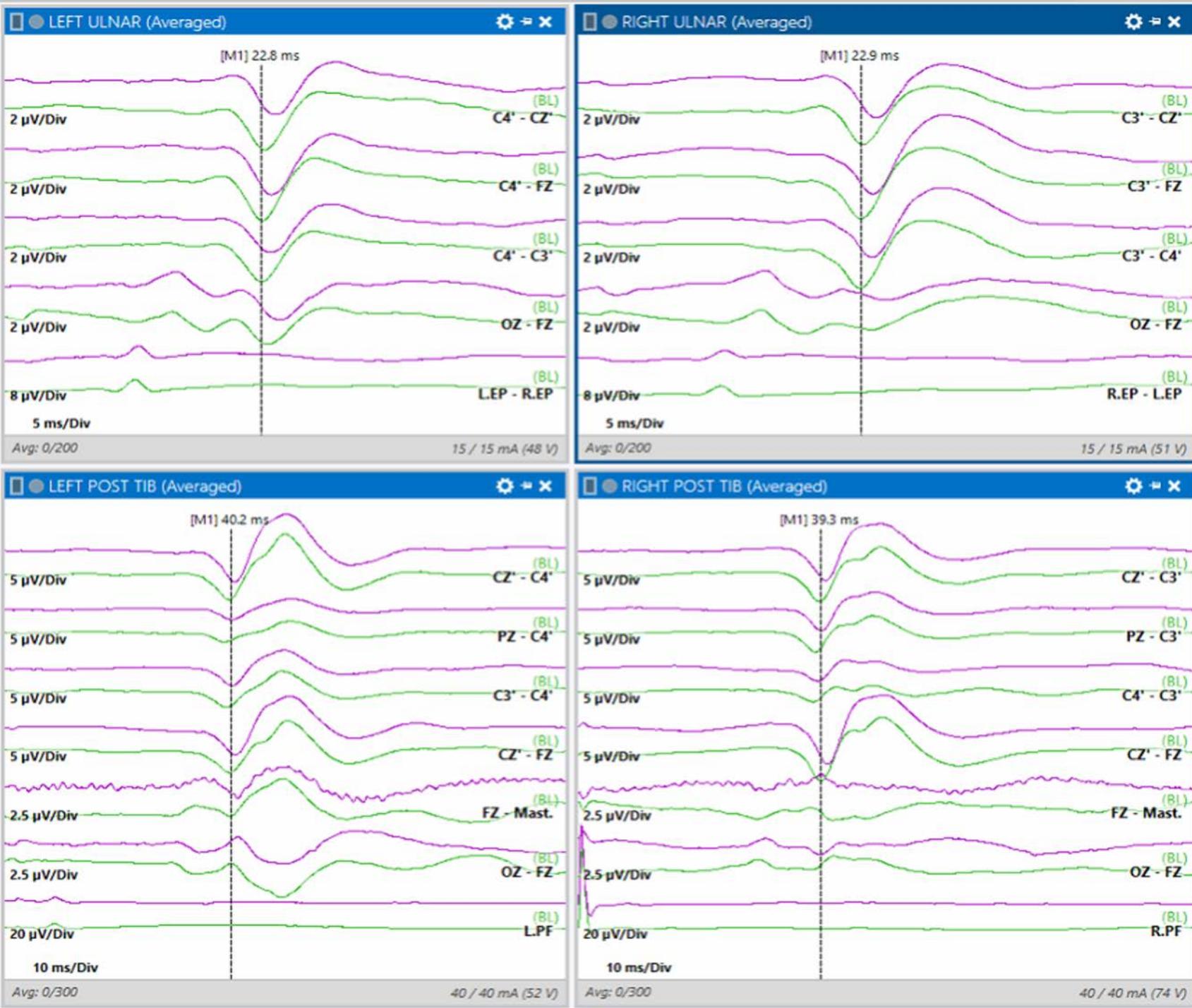
CAPNIE & OXYGÉNATION

- Relation entre capnie/oxygénéation et débit sanguin cérébral
- Pas d'altération des PES pour paCO₂ :20-50 mmHg
- Chez le volontaire sain, on a observé une augmentation de l'amplitude corticale et une diminution modérée de la latence des PES en cas d' hyperventilation
- Hypercapnie sévère : diminution amplitude et augmentation latence PES
- Pas de modification des PES en hypoxie modérée
- Peu de données pour PEM

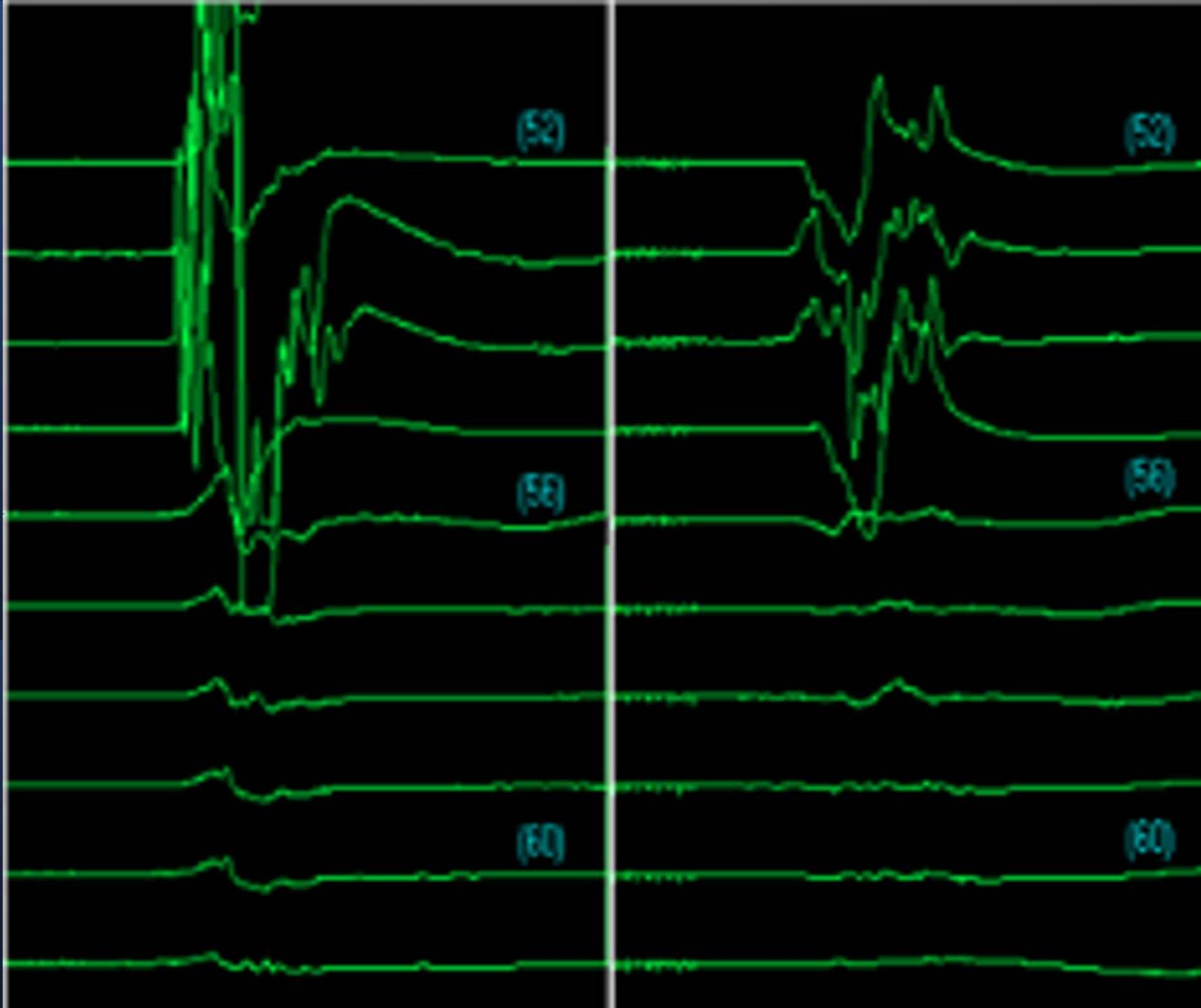
PERFUSION RÉGIONALE

- Autorégulation du débit sanguin médullaire entre 50-120 mmHg \mapsto PAM idéal 60 mmHg (en théorie)
- Au niveau cortical, altération des PE corticaux en cas d'HTIC
- Modification de la perfusion régionale : stress mécanique chirurgical (écarteur, traction squelettique), clampage vasculaire, topiques ou infiltration locale (vasoconstriction, spasme), redistribution du débit sanguin (médicaments α 1+)
- Hématocrite optimal : 30-32% - anémie sévère (Hte 10-15%) \downarrow amplitude \uparrow latence PES (réversible si transfusion)

PHÉNOMÈNE D'ACCUMULATION ("ANESTHETIC FADING") - IMPACT SUR SSEPs



PHÉNOMÈNE D'ACCUMULATION ("ANESTHETIC FADING") - IMPACT SUR MEPs



PARAMÈTRES SPECIFIQUES PER- OPÉATOIRES

- Position : étirement / compression d'un plexus nerveux
- Interférences électriques (60Hz)
- Anesthetic fade : diminution amplitude et allongement latence au fur et à mesure que la chirurgie progresse...sans étiologie franche
 - Épuisement/excitabilité nerveuse? Facilitation?
 - Effet additionnel : accumulation médicament + hypothermie + hypovolémie ?
 - Oedème tissulaire (cristalloïdes) = augmentation impédance ?

PARAMÈTRES SPÉCIFIQUES AU PATIENT

- Âge (myélinisation incomplète avant 6 ans, EEG différent)
- Pathologie neuro sous jacente (ex : Werdnig Hoffman et atteinte motoneurone(MEP) ; neuropathie diabétique et atteinte sensitives distales (SSEP))
- Impédance (obésite, masse musculaire: type d'électrode)
- Positionnement soigneux (compression, étirement nerveux)
- sujets maigres, déformation squelettique extrême
- Traction préop (10%: poids) faire un baseline avant et après traction..refaire après traction + positionnement

Table 38.1 Monitoring the immature nervous system

Modality	Age affected	Immature pathway	Manifestation	Adaptive strategy
MN, UN SSEPs	Birth to 2 years	Central myelination	Broad, low-amplitude delayed cortical potentials	Decrease stimulus rate; increase pulse length
PTN SSEPs	Birth to 4–6 years	Dorsal column myelination	As earlier	As earlier
TcMEPs	Birth to 2 years	^a	Exquisite sensitivity to volatile agents	Temporal facilitation techniques; high-frequency stimulation for CN, UE
D-wave	Birth to 2 years	CST myelination	Difficult to record	Special techniques needed; rely on TcMEPs
EMG	Birth to 2 years	^b	Low-signal amplitude, short-duration potentials	Avoid surface pads for intraoperative recording, needle electrodes
BAERs	Birth to 4 year	Central myelination	Sensitivity of wave V to volatile agents	TIVA technique
BCR	All	Polysynaptic reflex	Sensitivity to volatile agents	TIVA technique, pulse-train stimulation—double tap or double train with long ITI

Abbreviations: *BAER* brainstem auditory-evoked response; *BCR* bulbocavernosus reflex; *CN* cranial nerve; *CST* corticospinal tract; *EMG* electromyography; *ITI* intertrain interval; *MN* median nerve; *PTN* posterior tibial nerve; *SSEP* somatosensory-evoked potential; *TcMEP* transcranial motor-evoked potential; *TIVA* total intravenous anesthesia; *UE* upper extremities; *UN* ulnar nerve

^aFactors include reduced monosynaptic connections from CST to α -motor neurons (α MNs), altered α MN biophysical properties, immature target muscle, and dispersion of D-waves and I-waves within the CST due to relatively high variance in conduction velocities

^bFactors include reduced muscle fiber diameter, reduced compound action potential duration, and relatively large subcutaneous tissue layer

MODALITÉS D'IONM PEU ALTERÉES PAR L'ANESTHÉSIE

- Potentiels évoqués auditifs
- Potentiels évoqués sous-corticaux
- EMG réponse musculaire (sauf SI curare)
- Enregistrements spinaux des PES et PEM (D waves)

TROUBLESHOOTING

- Anticiper
- Communiquer
- Comprendre

TEAMWORK



OPTIMISATION DES SIGNAUX BIOÉLECTRIQUES

- Principes de bases + stratégie personnalisée au patient + travail d'équipe
- Association de médicaments d'anesthésie : Potentialisation de l'effet dépresseur de chacun
- Anticiper les moments cruciaux et ne pas faire de changements à ces moments là
- Tenir compte de la demi-vie contextuelle, éviter les bolus d'hypnotique : prioriser la STABILITÉ (éviter les situations confondantes aux moments importants)

TROUBLESHOOTING

Travailler continuellement à tjs avoir les meilleurs signaux bio-électriques

- Réévaluer en permanence les besoins et les apports (narcose, volémie, hémodynamique etc) (**aspect dynamique** de la situation a ne pas sous estimer !)
- Contrôler les facteurs environnementaux :
 - Aspect régional (soluté ? écarteur? topique ?)...
 - Positionnement ++ : bras, jambes...
 - Interférence électriques, bruit de fond (lumière, table, antenne NV, bair hugger...)

PERTE DE POTENTIELS ÉVOQUÉS?

- Vrai positif ?
- Association possible VP et FP !
- Éviter les situations confondantes !!



KEEP
CALM
AND
BLAME
ANESTHESIA

Alert workflow illustrating the workflow of the anaesthetic, surgical and neurophysiological teams

SEP CHANGES

(as per your departmental established protocol)
50% AMPLITUDE REDUCTION
10% LATENCY INCREASE

MEP CHANGES

(as per your departmental established protocol)
80% OR MORE DECREMENT
INCREASE STIM THRESHOLD OF 100v

ALERT NOTIFY ANAESTHESIOLOGY AND SURGICAL TEAM

ANAESTHESIOLOGY
Check BP and increase
Check drug infusions/Gas

SURGICAL
Check mechanical events

IOM
Exclude technical issues

TAKE ACTION

Anaesthesia to increase BP and commence cord at risk protocol
Surgical to ex-correct, remove instrumentation

Persistent changes
Consider wake-up test
Consider aborting surgery

WAKE UP
TEST



WAKE UP TEST : RÉALISATION

- Vauzelle et Stagnara 1973
- Moment "propice" : correction max de la colonne , avant fusion
- Allègement anesthésie (arrêt hypnotique, vérifier décurarisation, diminution/arrêt narcotiques)
- Demande au patient de bouger les mains , puis les pieds
- Si ok → ré-approfondissement anesthésie et reprise de la chirurgie
- Si paralysie MI : enlever matériel et refaire wake up avec correction moindre
- Si persistance paralysie : stabiliser colonne et réveiller patient

WAKE UP TEST : LIMITES

- Collaboration patient
- Anticipation ++ (chirurgien + anesthésiste)
- Consomme du temps opératoire
- À quel moment ? (max 2 wake-up)
- Évaluation grossière, incomplète et ponctuelle de la motricité uniquement
- Risques pour le patient : awareness, extubation accidentelle, bris d'aseptie

WAKE UP TEST : INDICATIONS

- Par le passé : en complément des potentiels évoqués sensitifs
- Actuellement : standard de pratique pour confirmer une perte des potentiels évoqués en chirurgie de scoliose
- Discutable : en remplacement des potentiels évoqués
- Équivalent en neurochirurgie : awake cranial surgery / aires du langage ou de la motricité

IONM : CONSEILS D'EXPERTS!

- Partager éléments cruciaux pour chaque équipe : anesthésie, chirurgie, neurophysiologie (caucus..et en amont !)
- Responsabilités partagées
- Comprendre les rôles de chacun
- Conscience situationnelle : site opératoire, écran neuromonitoring, moniteur d'anesthésie
- Sensibiliser le nursing
- Communication ++: heads up réguliers, fermer la boucle de communication, mettre l'information à disposition de tous (site opératoire, moniteur d'anesthésie, moniteur du NP)
- Algorithme décisionnel spécifique au milieu

MESSAGES-CLÉS : ANESTHÉSIE + NEUROPHYSIOLOGIE

- Principes de base (IONM utilisé, type de chirurgie)
- Situation particulière du patient (âge, pathologie sous-jacente...)
- Choix personnels... qui peuvent être remis en question !
- Soyez stratégiques (anticipez)!
- Soyez flexibles : adaptez vous à la situation, n'hésitez pas à questionner vos choix.

et surtout : communiquez.

CONCLUSION : PLACE CROISSANTE DE L'IONM

- Élargissement indications chirurgicales : ORL (chirurgie de la thyroïde et monitoring du nerf récurrent laryngé et br. ext .nerf laryngé supérieur), exérèse de schwannome et monitoring des nerfs crâniens..) neurochirurgie (tumeurs, chirurgie de l'épilepsie) , chirurgie vasculaire (endartériectomie carotide, chx aorte), ortho ...
- Focus sur la sécurité du patient (préserver ses fonctions) + augmentation des patients avec comorbidités (âges extrêmes...diabétiques, maladie neurodégénérative) but ultime : diminuer les coûts pour la société
- Chirurgie minimalement invasive : limitation de l'exposition anatomique des structures opérées

EXEMPLES CLINIQUES:

- Scoliose
- ORL
- Mapping



EXEMPLE CLINIQUE #1: SCOLIOSE

- Anesthésie:
 - TIVA
 - Curarisation pour l'induction et parfois pour l'exposition
 - Bolus?
- IONM:
 - Montage multimodalitaire (ex.: SSEPs, MEPs, EMG)
 - Évaluation de la moëlle épinière
 - Évaluation radiculaire
 - Évaluation du plexus brachial
 - Les étapes chirurgicales:
 - Traction (ex.: halofémorale)
 - Instrumentation (ex.: vis pédiculaires)
 - Fusion postérieure
 - Ostéotomies (ex.: SPOs, PSOs)
 - Correction

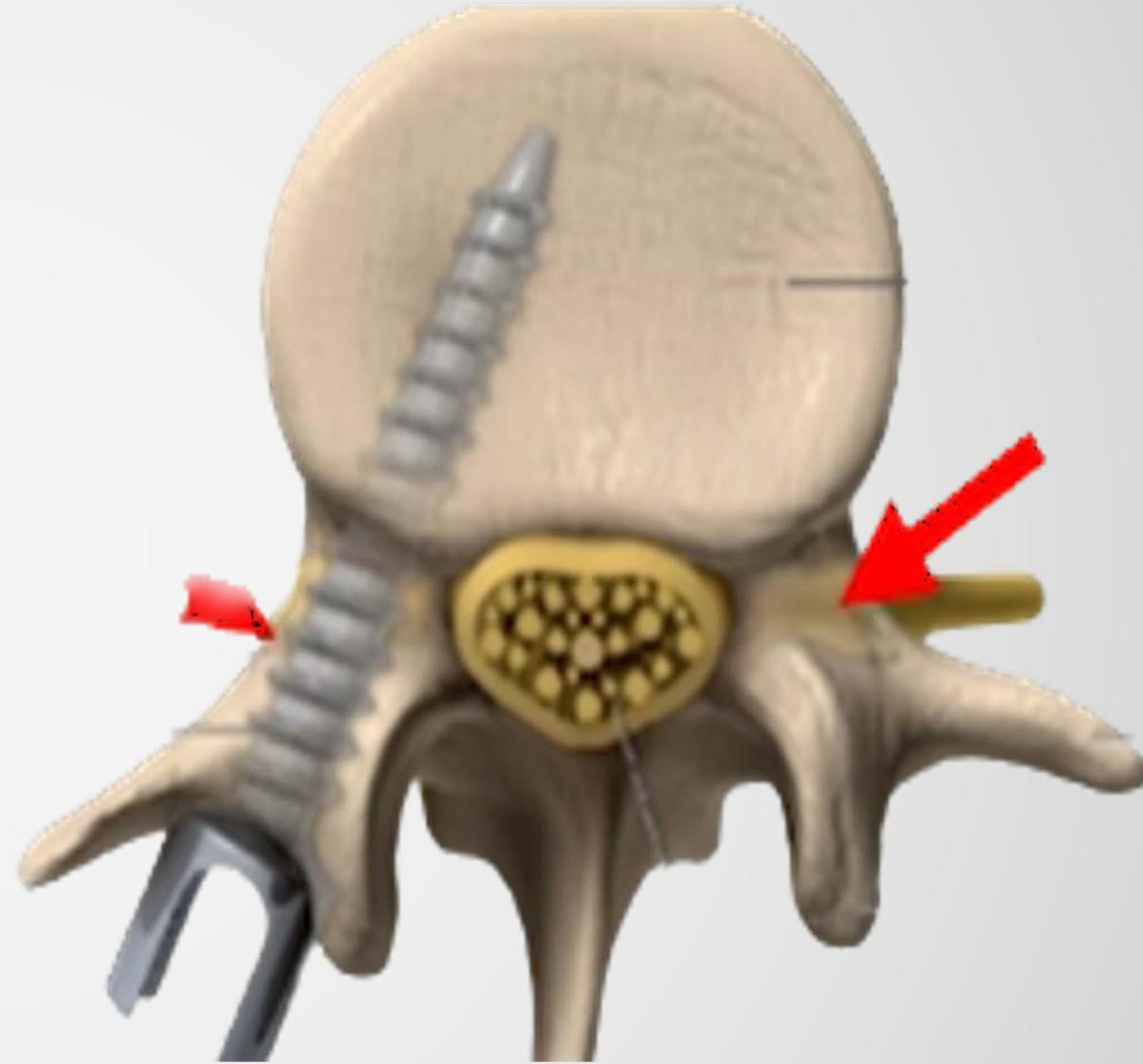
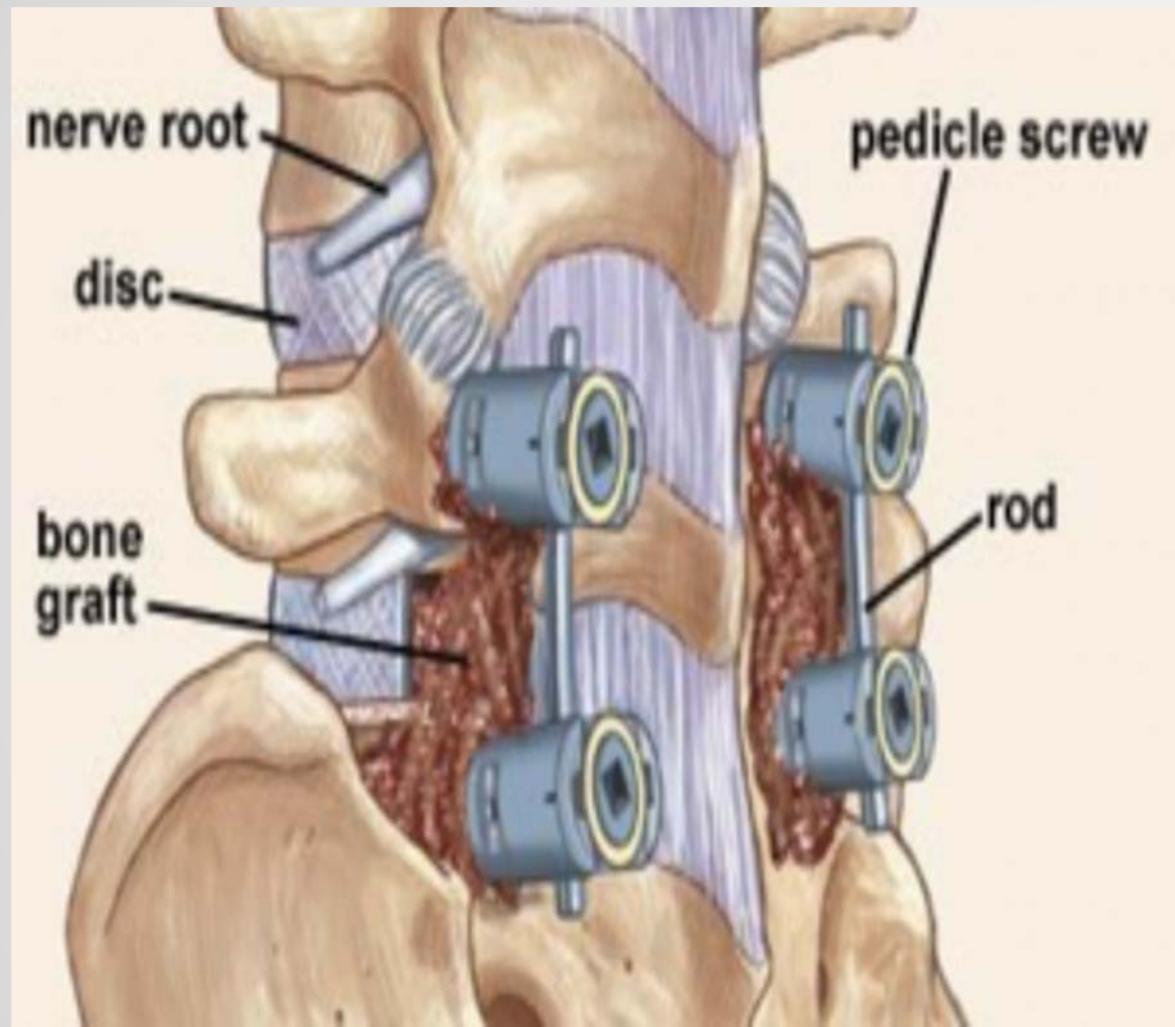
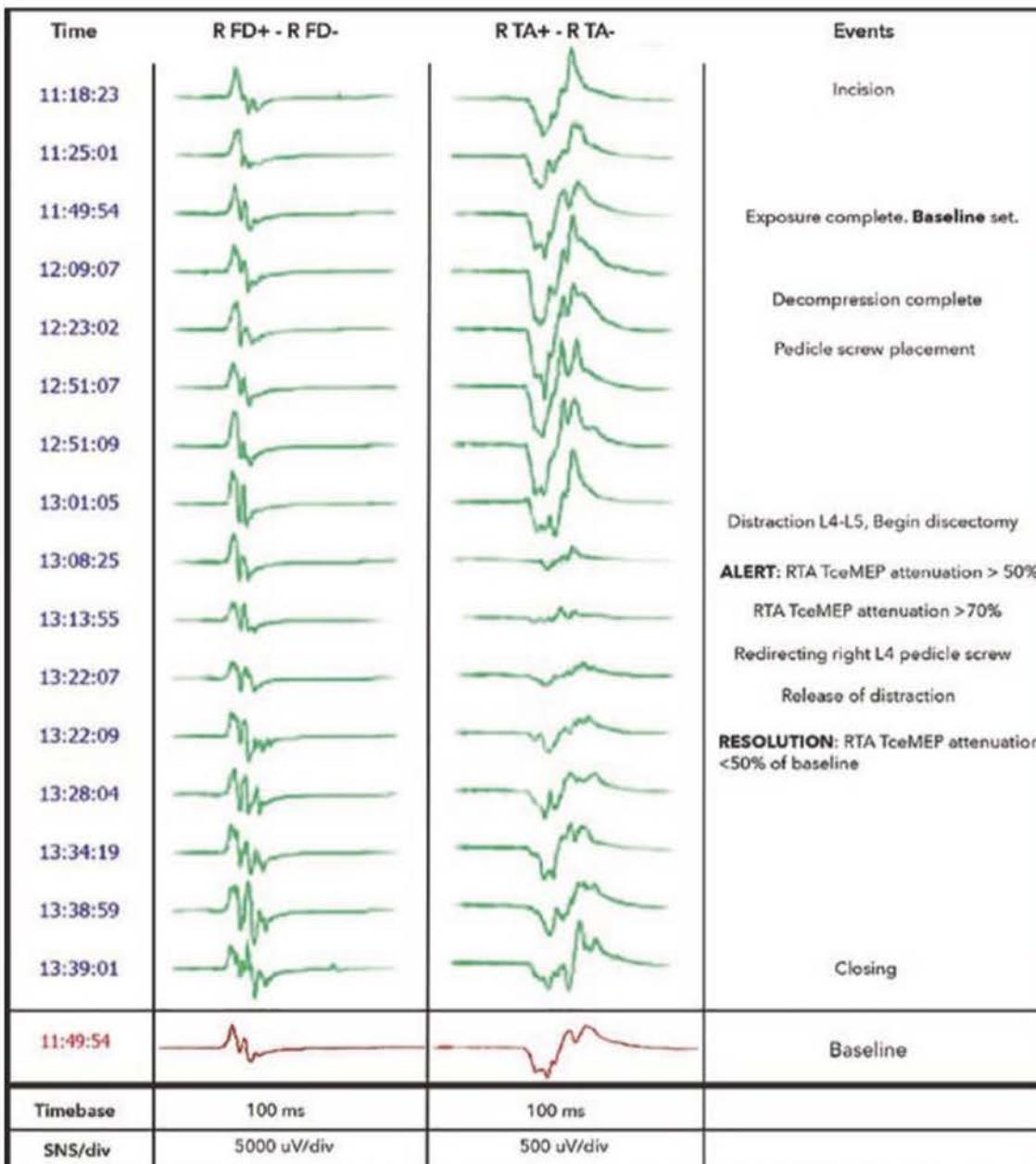




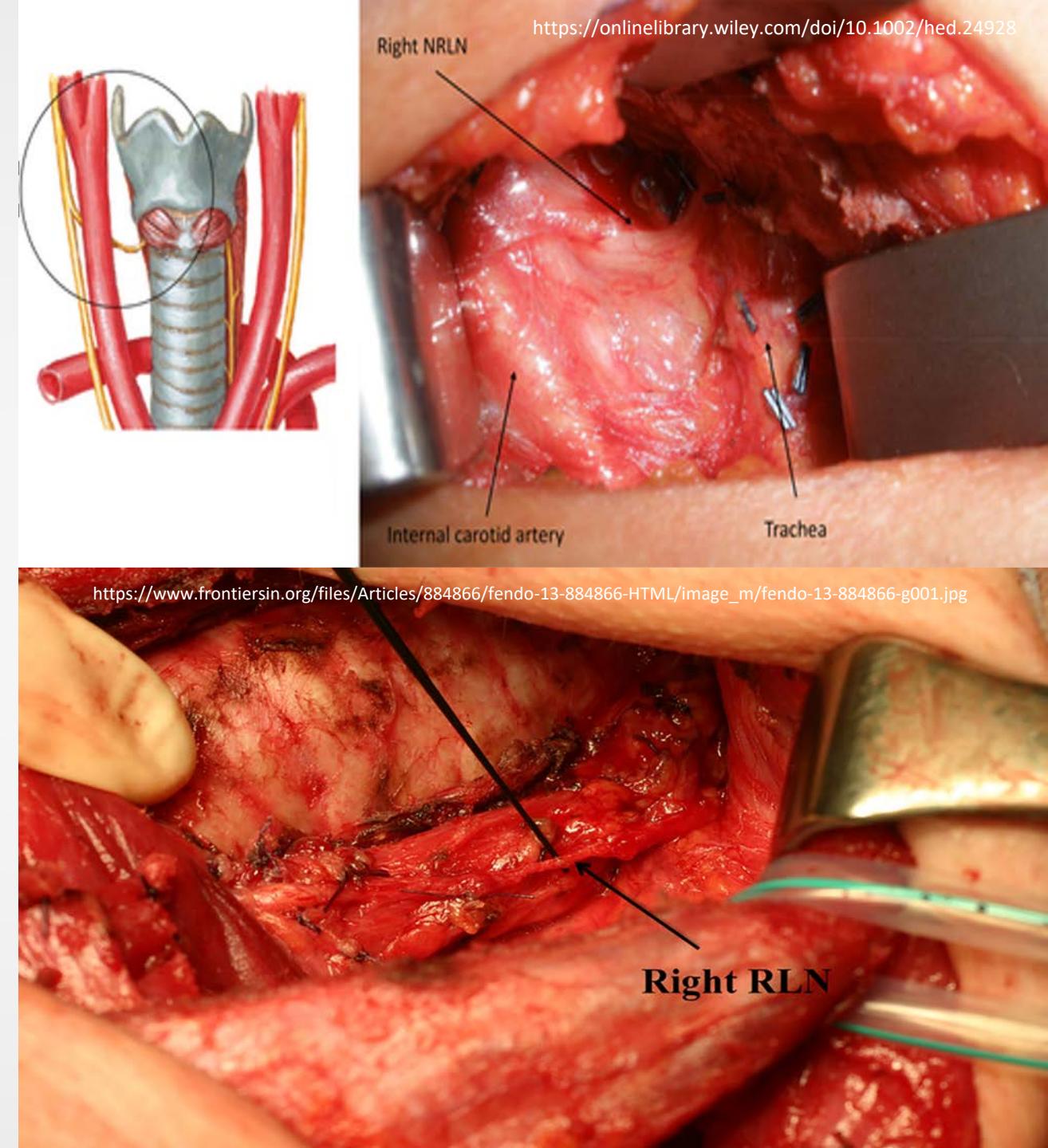
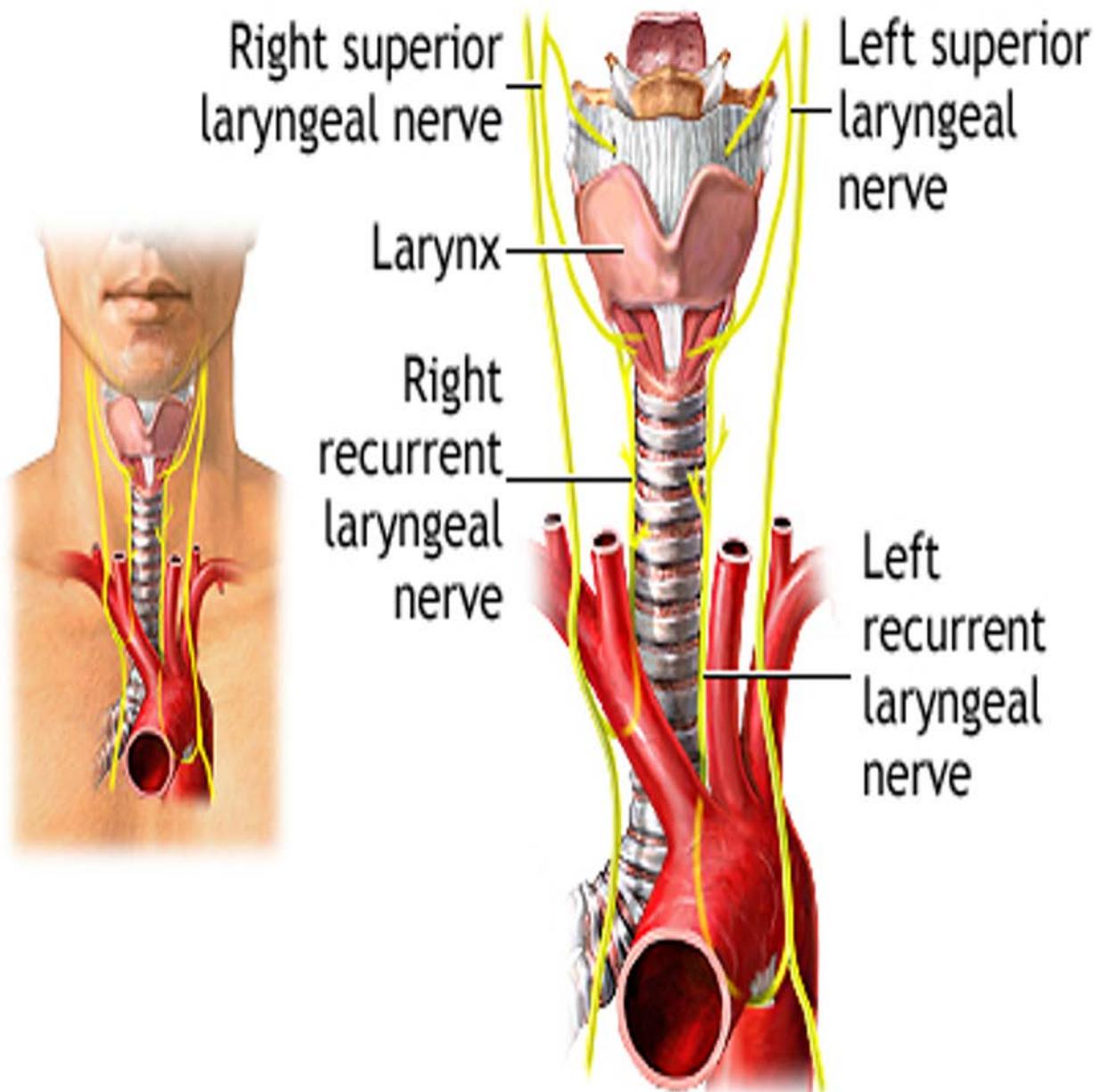


Fig. 33.5 Focal MEP changes in tibialis anterior muscle during a posterior L4–L5 TLIF. Attenuation of right tibialis anterior MEP amplitude greater than 50% was noted at 13:08, following pedicle screw placement and distraction. Release of distraction preceded resolution of the alert at 13:22. There was no postoperative motor deficit



EXEMPLE CLINIQUE #2: THYROÏDECTOMIE

- Anesthésie:
 - TIVA? Selon l'IONM
 - Curarisation pour l'induction seulement
 - Agents locaux (ex.: ballonnet)
 - Bolus?
- IONM:
 - Montage spécifique (ex.: sEMG, tEMG, coMEP, LAR)
 - Évaluation du nerf récurrent laryngé par stimulation électrique du nerf proximal et distal
 - Évaluation des cordes vocales par tube EndoNIM
 - Réflex de l'adducteur laryngé
- Les étapes chirurgicales
 - Approche, dissection et excision d'un ou des deux lobes de la glande thyroïde





<https://www.kegousa.com/natus-disposable-monopolar-direct-nerve-stimulator-probe-0-8-mm-tip-qty-1-nt-017511>



(A)



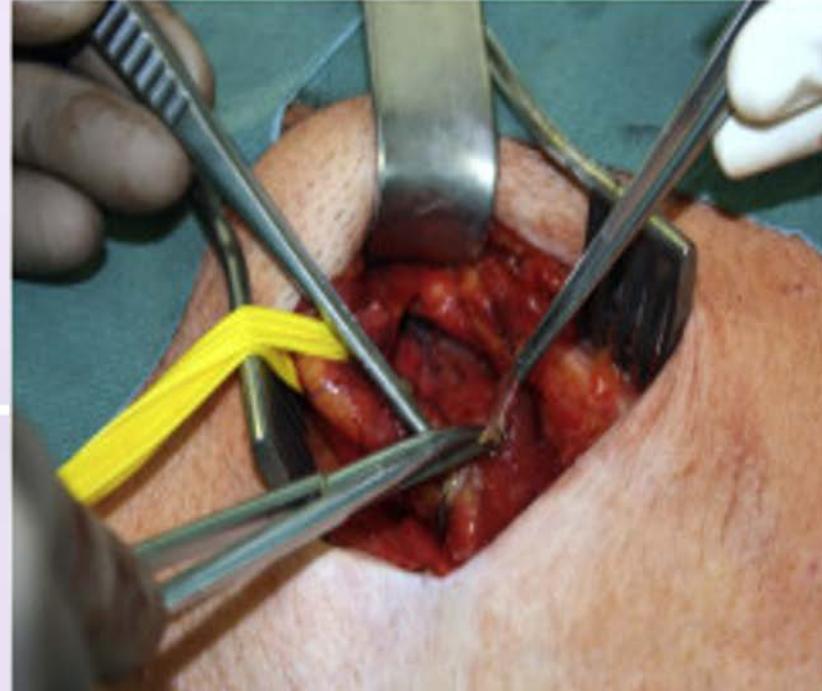
(B)

<https://www.sciencedirect.com/topics/medicine-and-dentistry/surgical-scissors>

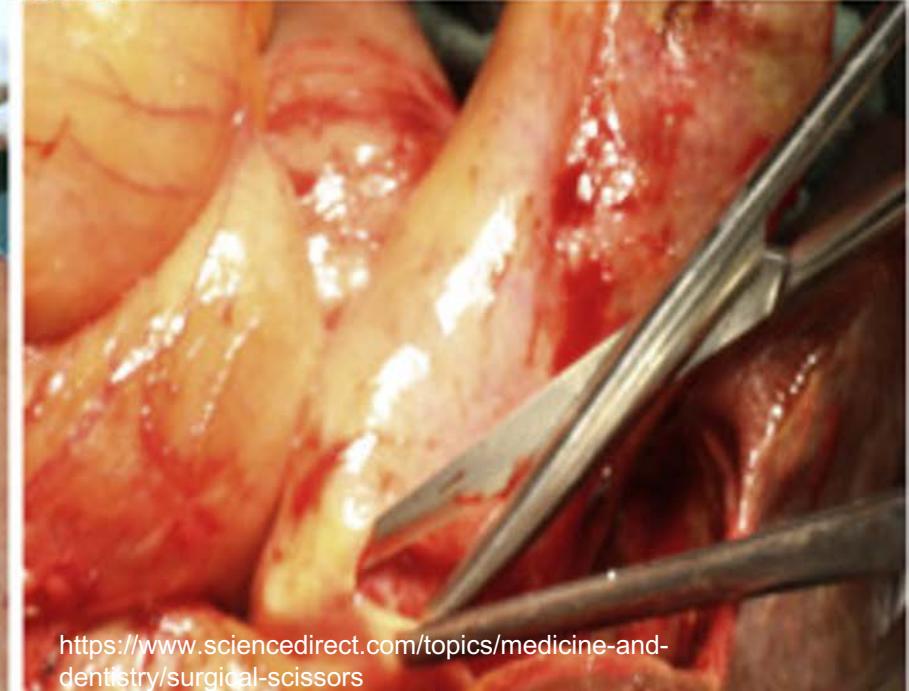
https://ars.els-cdn.com/content/image/1-s2.0-S1607551X16000425-gr1_lrg.jpg



The Rp point



(A)



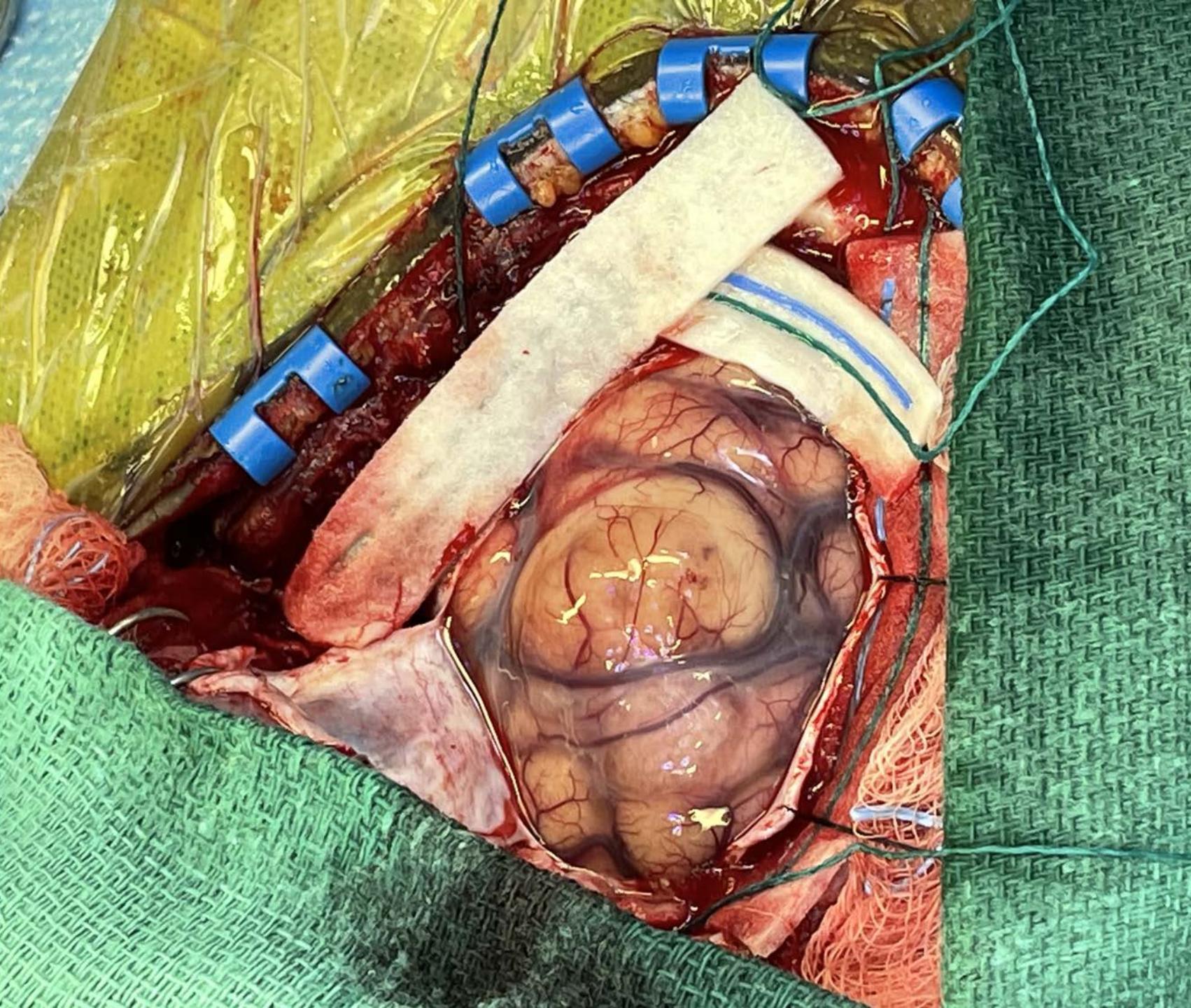
<https://www.sciencedirect.com/topics/medicine-and-dentistry/surgical-scissors>

(B)

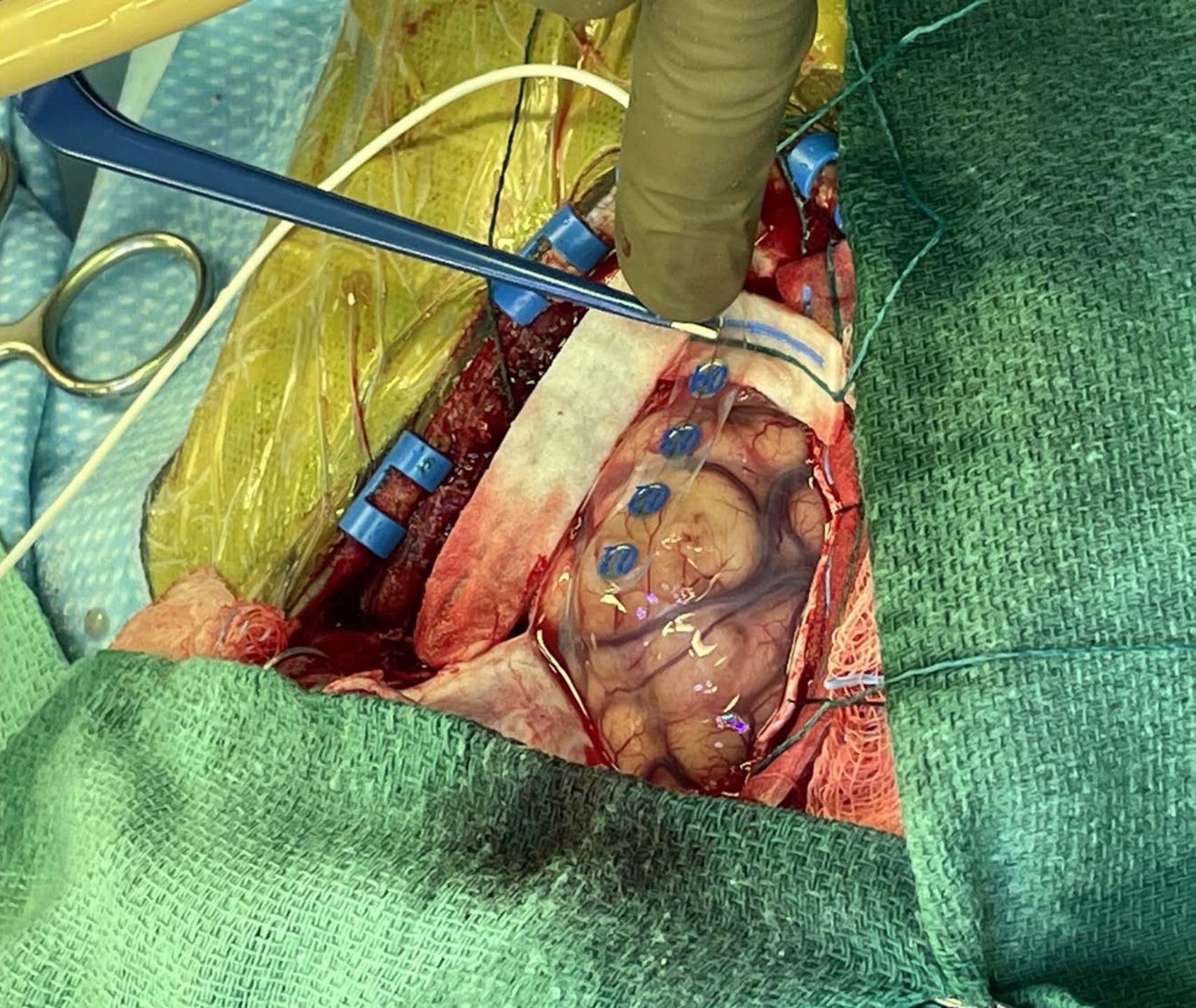
EXEMPLE CLINIQUE #3: MAPPING CORTICAL ET SOUS-CORTICAL

- Anesthésie:
 - TIVA
 - Curarisation pour l'induction
 - Anesthésie locale (ex.: chirurgie éveillée)
 - Positionnement
- IONM:
 - Montage multimodalitaire (ex.: SSEPs, MEPs, dcMEP, ECoG, tEMG)
 - Phase reversal
 - Cartographie fonctionnelle du cortex moteur
 - Cartographie fonctionnelle de la matière blanche et évaluation de la distance séparant les fibres corticospinaux.
- Les étapes chirurgicales
 - Craniotomie
 - Exérèse de tumeur

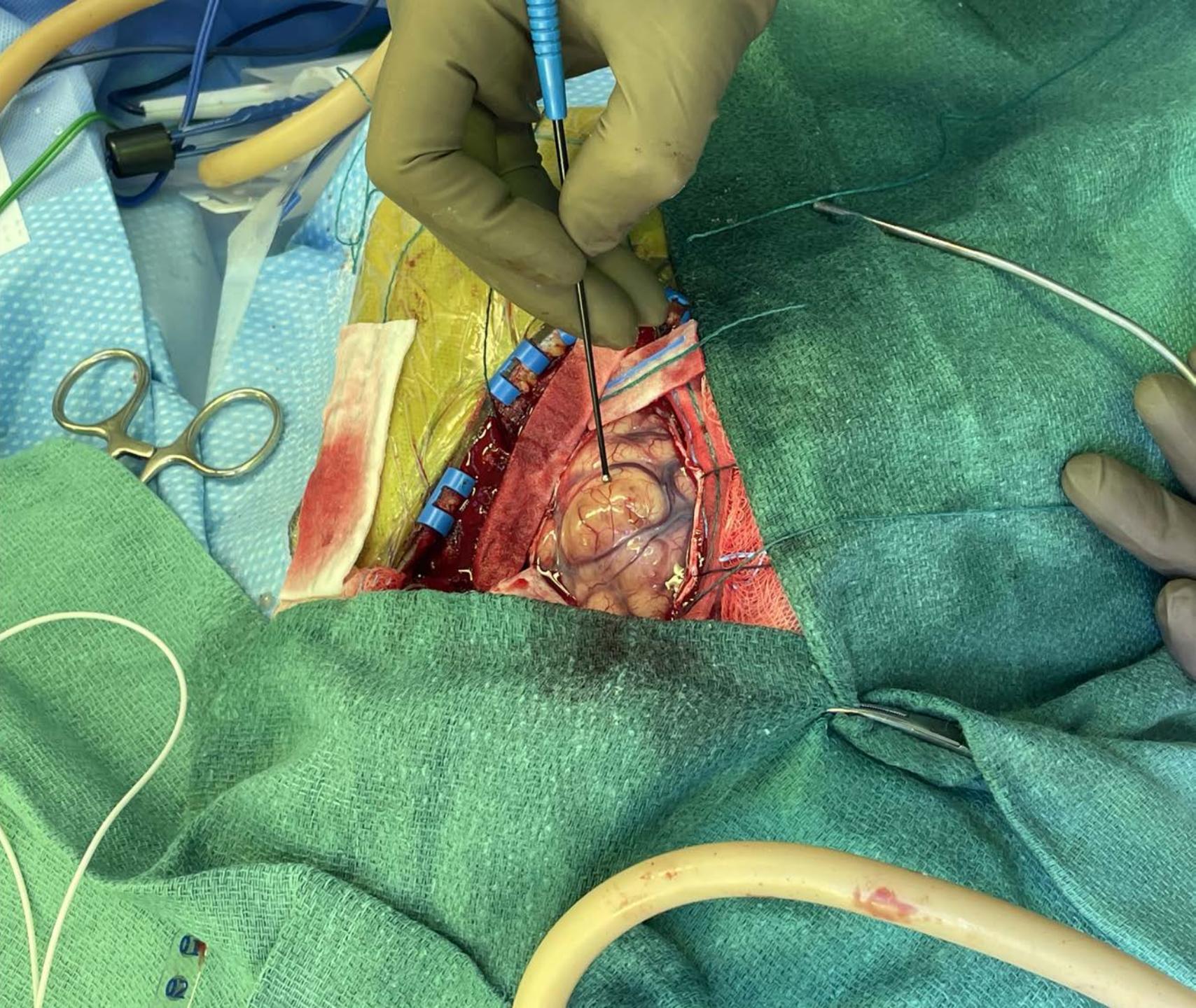
EXPOSITION DU CORTEX



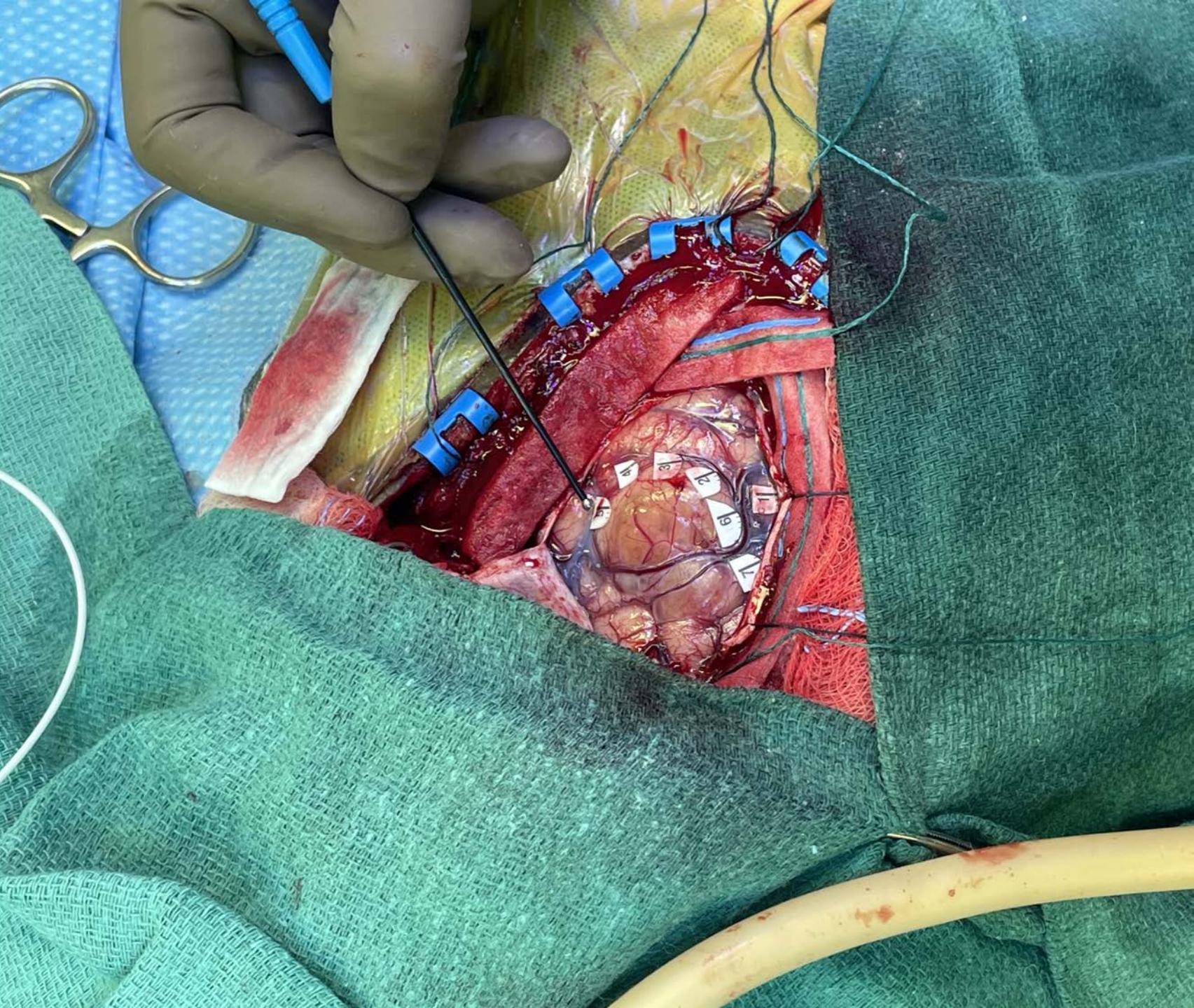
IDENTIFICATION DU CORTEX ÉLOQUENT (PHASE REVERSAL)



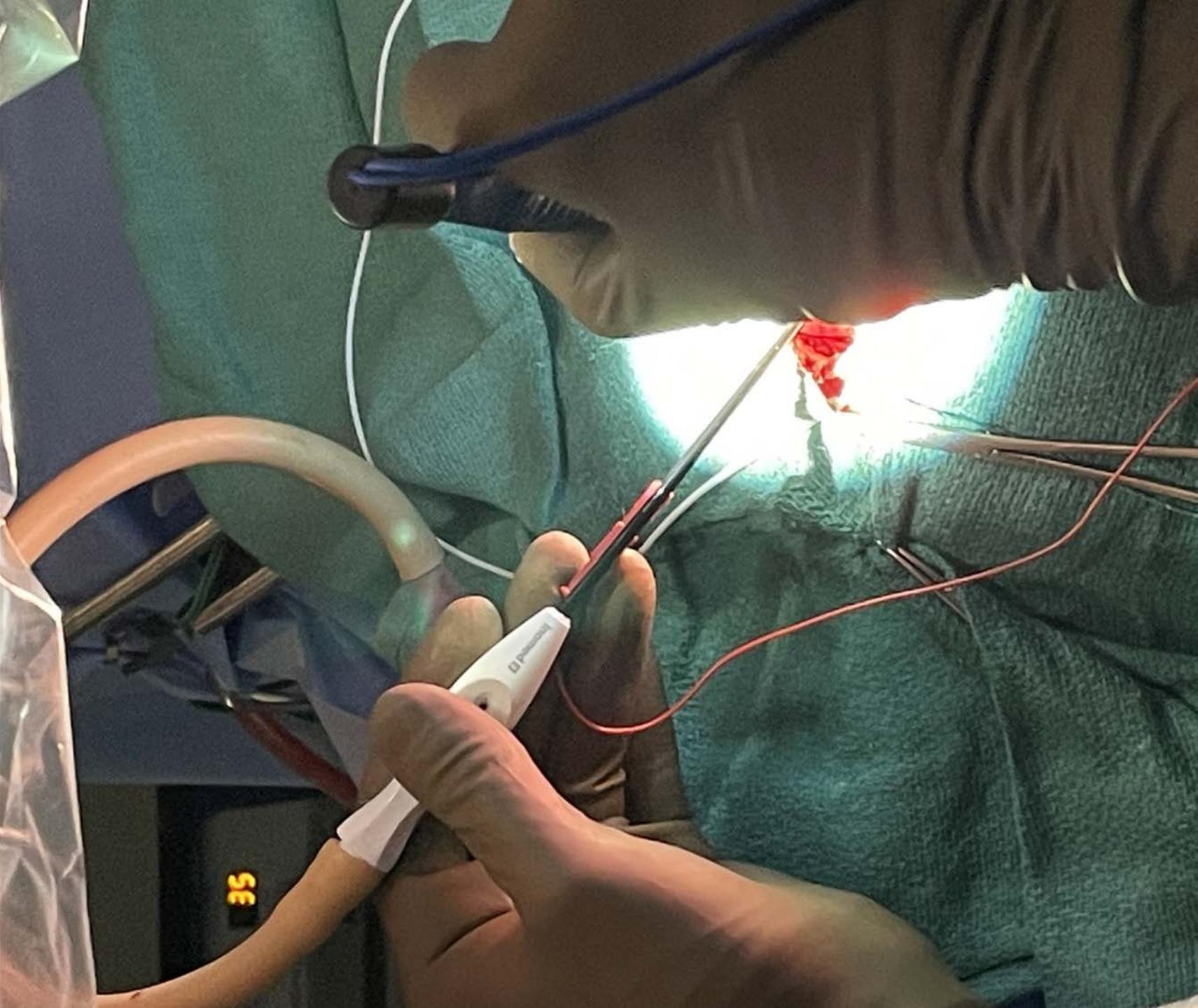
CARTOGRAPHIE FONCTIONNELLE



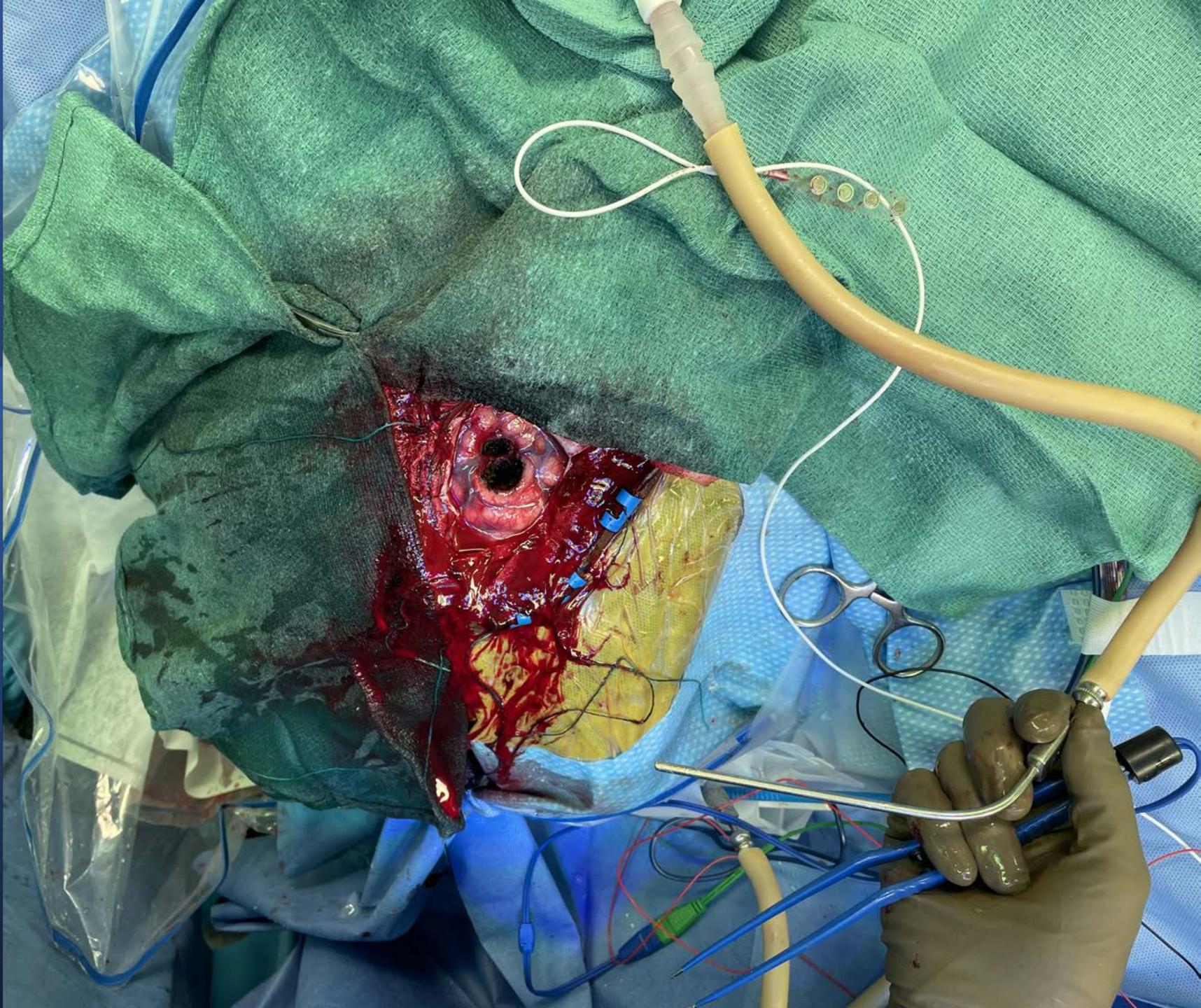
IDENTIFICATION DU CORTEX MOTEUR



CARTOGRAPHIE SOUS-CORTICALE



RÉSECTION
MAXIMALE
ET AUCUN
DÉFICITS



RÉFÉRENCES

- “Intraoperative monitoring of neural function”-Handbook of clinical neurophysiology vol 8- ed.M.G Nuwer (2008)
- “Monitoring the nervous system for anesthesiologists and other health care professionals” Koht, Sloan, Toleikis -third ed. Springer (2023)
- “Neuromonitoring in surgery and anesthesia” (UpTodate 2023 -topic 91216 version 18.0)(Koht et al.)
- Photos de neuromonitoring: © S. Fournier

Q & R COMMENTAIRES & SUGGESTIONS

francoise.yung.med@ssss.gouv.qc.ca

sebastien.fournier@rempartneuro.ca

