

COURS SB 6513
19 février 2026



Neuro-monitoring intra-opératoire



F. YUNG MD
S. FOURNIER PhD DABNM

DÉCLARATION D'INTÉRÊT ET CRÉDITS

Françoise YUNG MD : professeur adjoint de clinique Université de Montréal,
Anesthésiste CHU Ste Justine

Sébastien FOURNIER PhD, DABNM : professeur de clinique, Université Laval
Neurophysiologiste - PDG de Rempart Neurophysiologie Inc.

Rempart Neurophysiologie Inc. est un prestataire de service en neuromonitoring dans les hôpitaux à la grandeur du Canada.

Rejoindre cet évènement Wooclap



Cliquez sur l'écran projeté pour lancer la question

1 Allez sur
wooclap.com

2 Entrez le
code
d'évènement
dans le
bandeau
superieur

Code
d'évènement
STSFDJ

1 Envoyez **@STSFDJ** au
(855) 910-9662

2 Vous pouvez participer

 Désactiver les réponses par SMS

Allez sur **wooclap.com** et utilisez le code **STSFDJ**



Copier le lien de participation

Quelle est votre expérience avec le neuro-monitoring intra-opératoire ?



1

aucune idée de ce que c'est !

0%

0



2

connaissances théoriques seulement



0%

0

Cliquez sur l'écran projeté pour lancer la question

3

J'ai déjà eu un cas en salle d'opération avec du neuromonitoring....mais je n'avais aucune connaissance théorique sur le sujet

0%

0

4

j'ai des connaissances théoriques et pratiques sur le neuro-monitoring intra opératoire

0%

0



OBJECTIFS / PLAN

Décrire le fonctionnement et l'utilité du neuromonitoring intra-opératoire

- Les techniques de base, la physiologie et l'anatomie impliquée dans le neuromonitoring intraopératoire

L'impact de l'anesthésie sur la génération des signaux bioélectriques

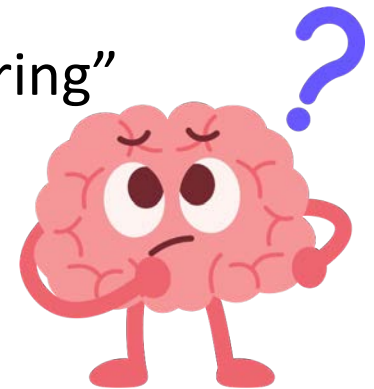
- Les éléments à prendre en considération lors d'une altération des potentiels évoqués
- Eléments d'une stratégie de prise en charge globale en cas de perte avérée des potentiels évoqués

Exemple Clinique : chirurgie de la scoliose



LES ALIAS

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



INTRODUCTION : IONM



Évalue **l'intégrité fonctionnelle** de diverses structures nerveuses concernées par l'intervention chirurgicale (cortex cérébral, tronc, moëlle épinière, nerf périphérique etc)



Activité spontanée (EEG, EMG) ou **évoquée** (PES, PEM...)



Avantages : Détection précoce des complications / **Guide procédural** (mapping fonctionnel)



Impact de l'anesthésie et des conditions peropératoires = stratégie de prise en charge spécifique aux cas avec IONM (stratégie personnelle + travail d'équipe)



Diversification des techniques et **élargissement des indications**

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.: corrections 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 / dissection chirurgicale :

- Cartographie corticale/sous-corticale
- Cartographie des cordons postérieurs
- Identification des nerfs crâniens et des racines nerveuses

IONM: 3. AUTRES AVANTAGES

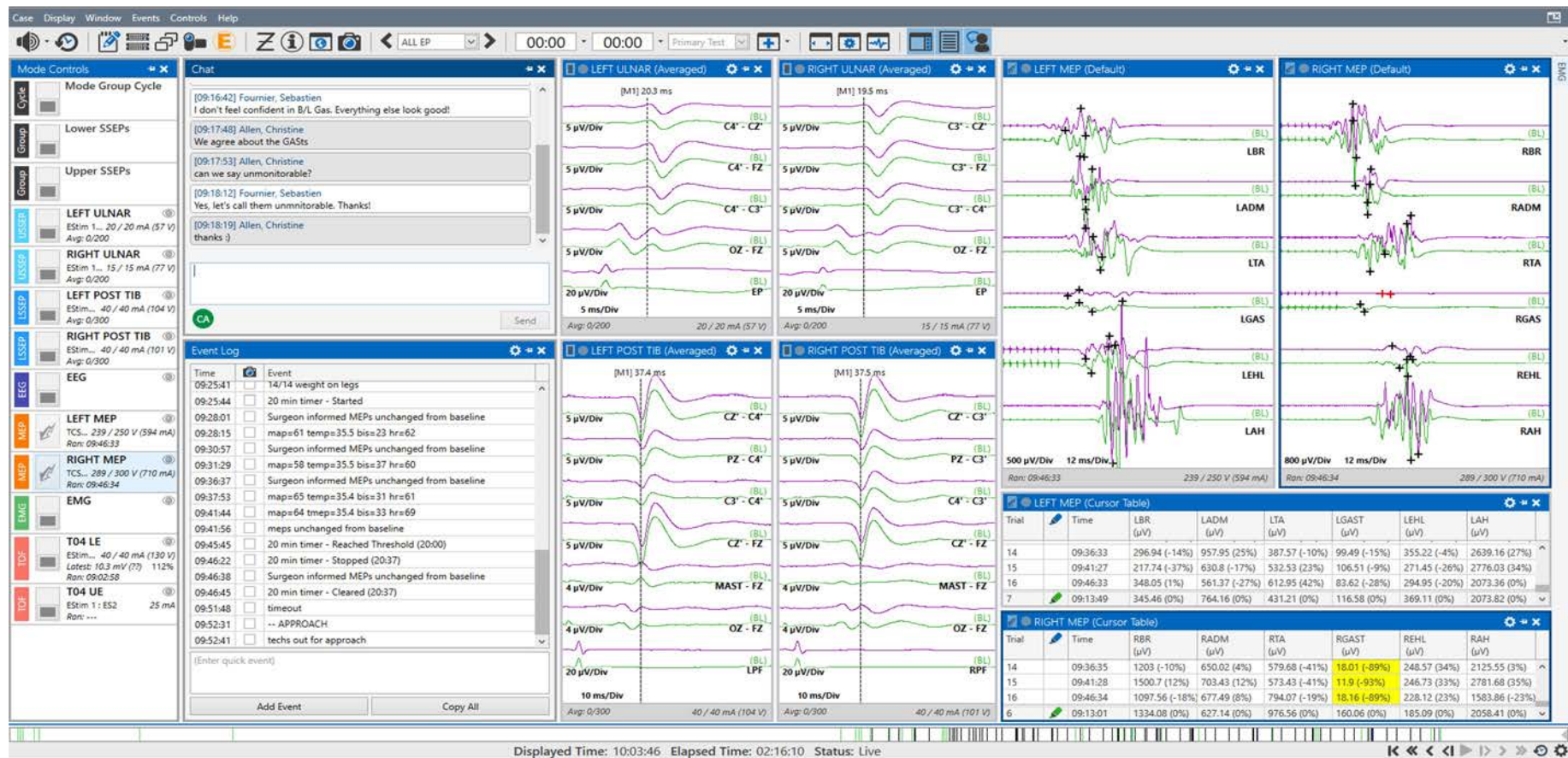
- Permet de prévenir des déficits liés au positionnement du patient
 - Ex.: Plexopathie brachiale
- Permet de déterminer la profondeur de l'anesthésie
 - EEG brut et spectral (CSA, DCSA), SEF.
 - Fréquence des ondes cérébrales: delta, theta, alpha, beta
 - Complément/remplacement au BIS, Entropie, SedLine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

- En salle d'opération, le neuromonitoring est fait principalement par des neurophysiologistes et des technologues en électrophysiologie médicale.



Photo courtesy of University of Michigan Health S

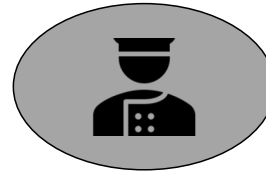
- Certains centres ont aussi accès à de la supervision professionnelle en temps réel via une connexion à distance sécurisée (ex.: télémedecine).



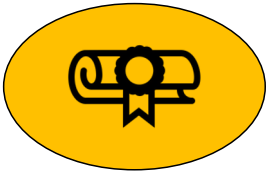
QU'EST-CE QU'UN NEUROPHYSIOLOGISTE ?



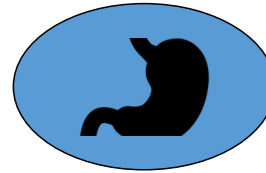
PhD/MD en neuroscience



Fellowship en neurophysiologie
peropératoire



Certification - ex.: American Board
of Neurophysiologic Monitoring



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



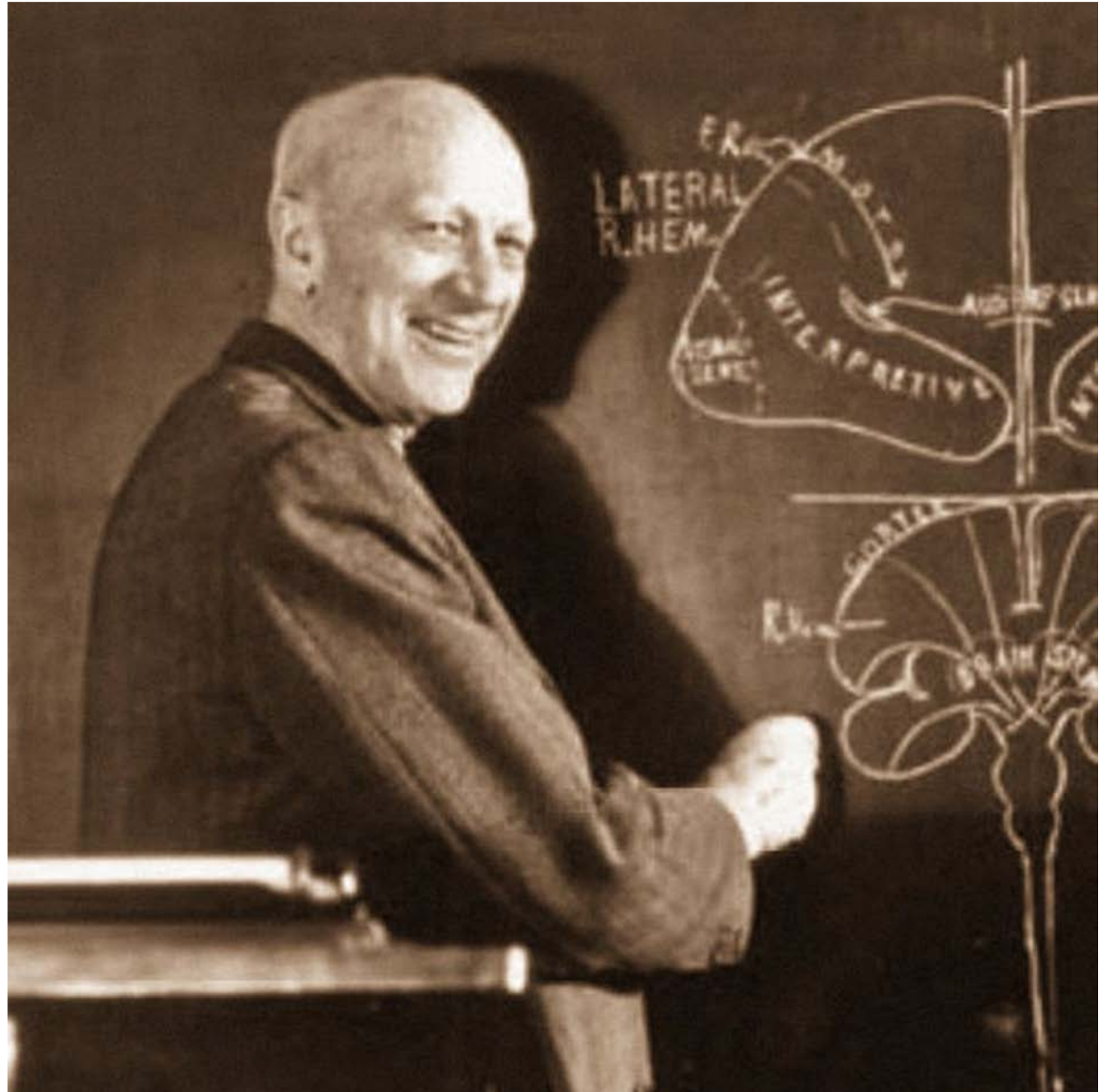
Parle le langage médical



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

LES ORIGINES DE LA PRATIQUE

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



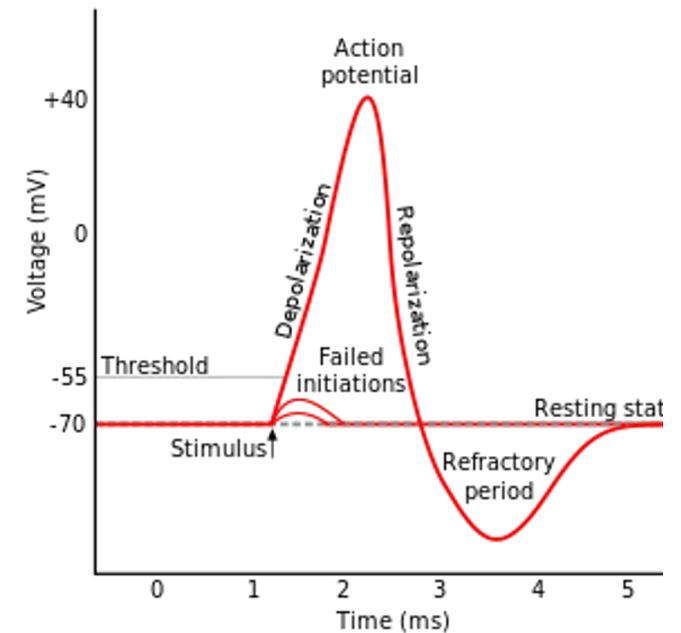
LES DÉBUTS DU NEUROMONITORING MODERNE

- 1972 : Drs. Tamaki et Kubota – Stimulation directe des faisceaux sensitifs de la moelle épinière (SCEP) pour assister lors de corrections de difformités spinales
 - Début 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:

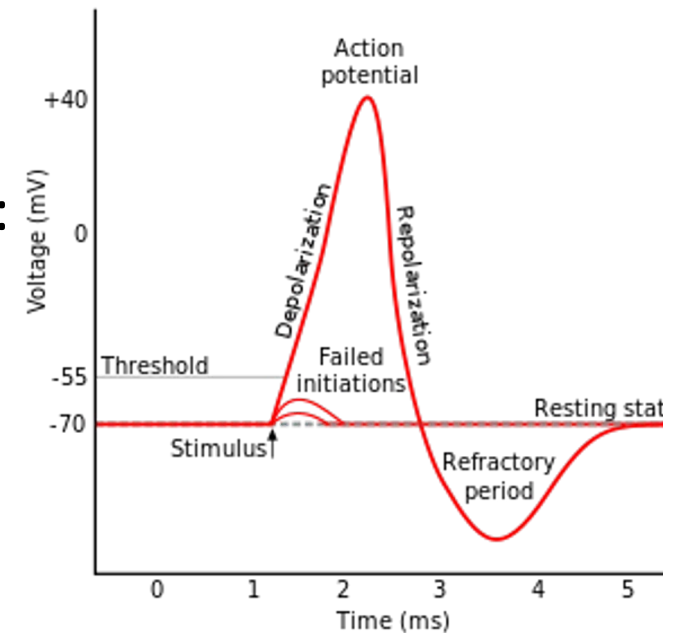


LE POTENTIEL ÉVOQUÉ

Potentiel d'action (involontaire) d'un neurone:

3 façons de déclencher un potentiel d'action :

- 1. Chimique (ex.: neurotransmetteur)
- 2. Thermique
- 3. Mécanique



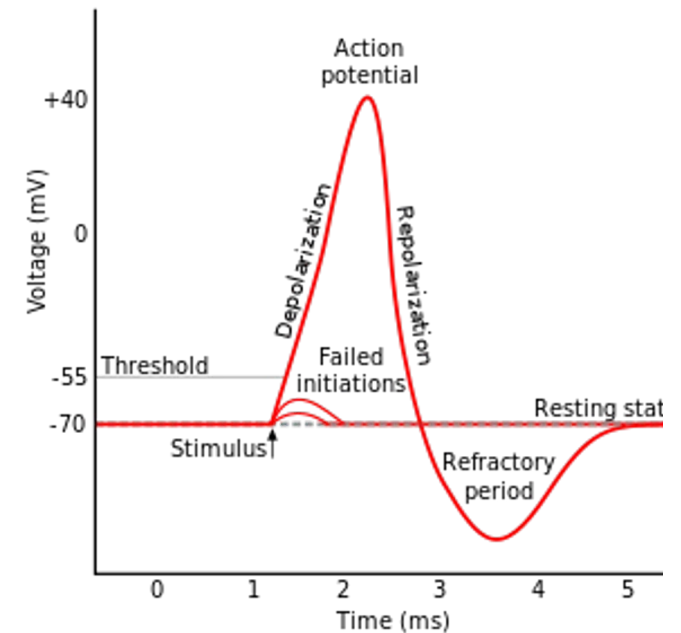
LE POTENTIEL ÉVOQUÉ

Potentiel d'action (involontaire) d'un neurone :

3 façons de déclencher un potentiel d'action:

- 1. Chimique (ex.: neurotransmetteur)
- 2. Thermique
- 3. Mécanique

2 façons d'évoquer un potentiel évoqué:



LE POTENTIEL ÉVOQUÉ

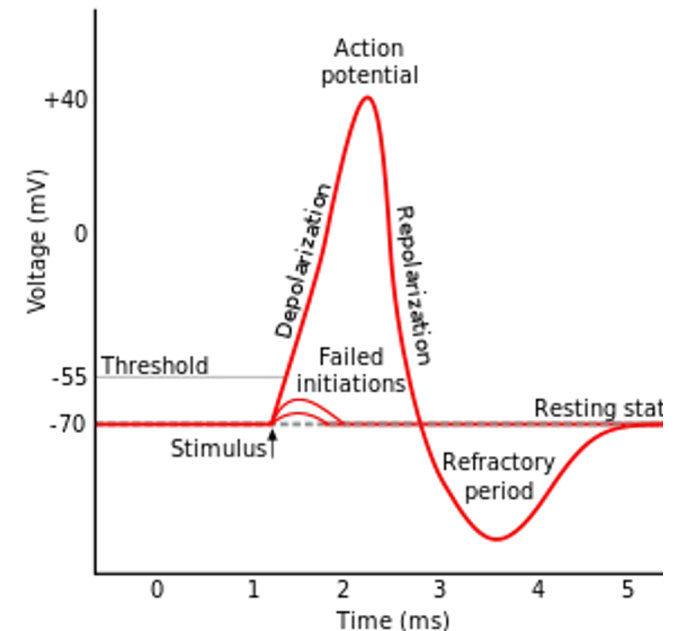
Potentiel d'action (involontaire) d'un neurone :

3 façons de déclencher un potentiel d'action:

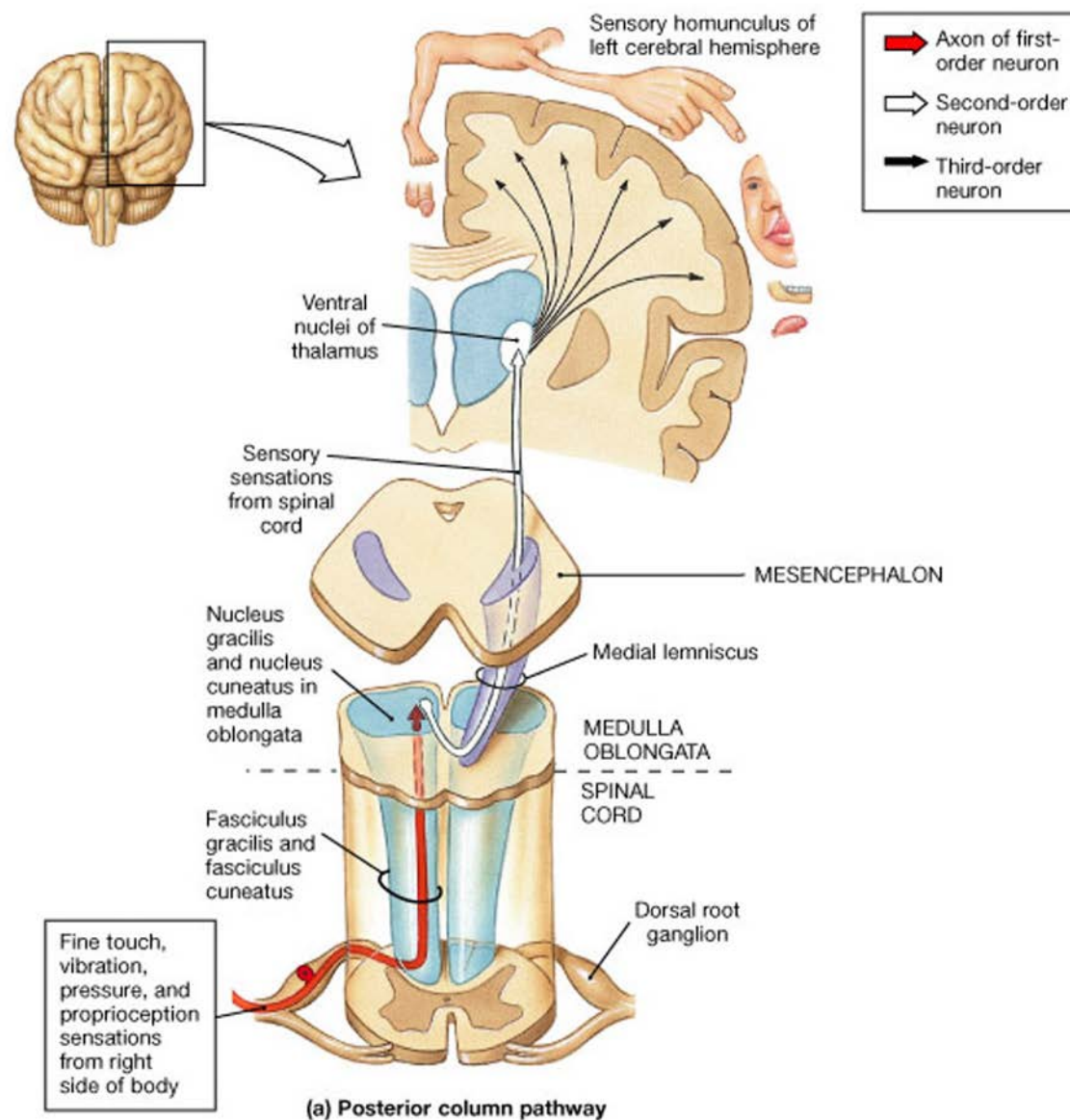
- 1. Chimique (ex.: neurotransmetteur)
- 2. Thermique
- 3. Mécanique

2 façons d'évoquer un potentiel évoqué:

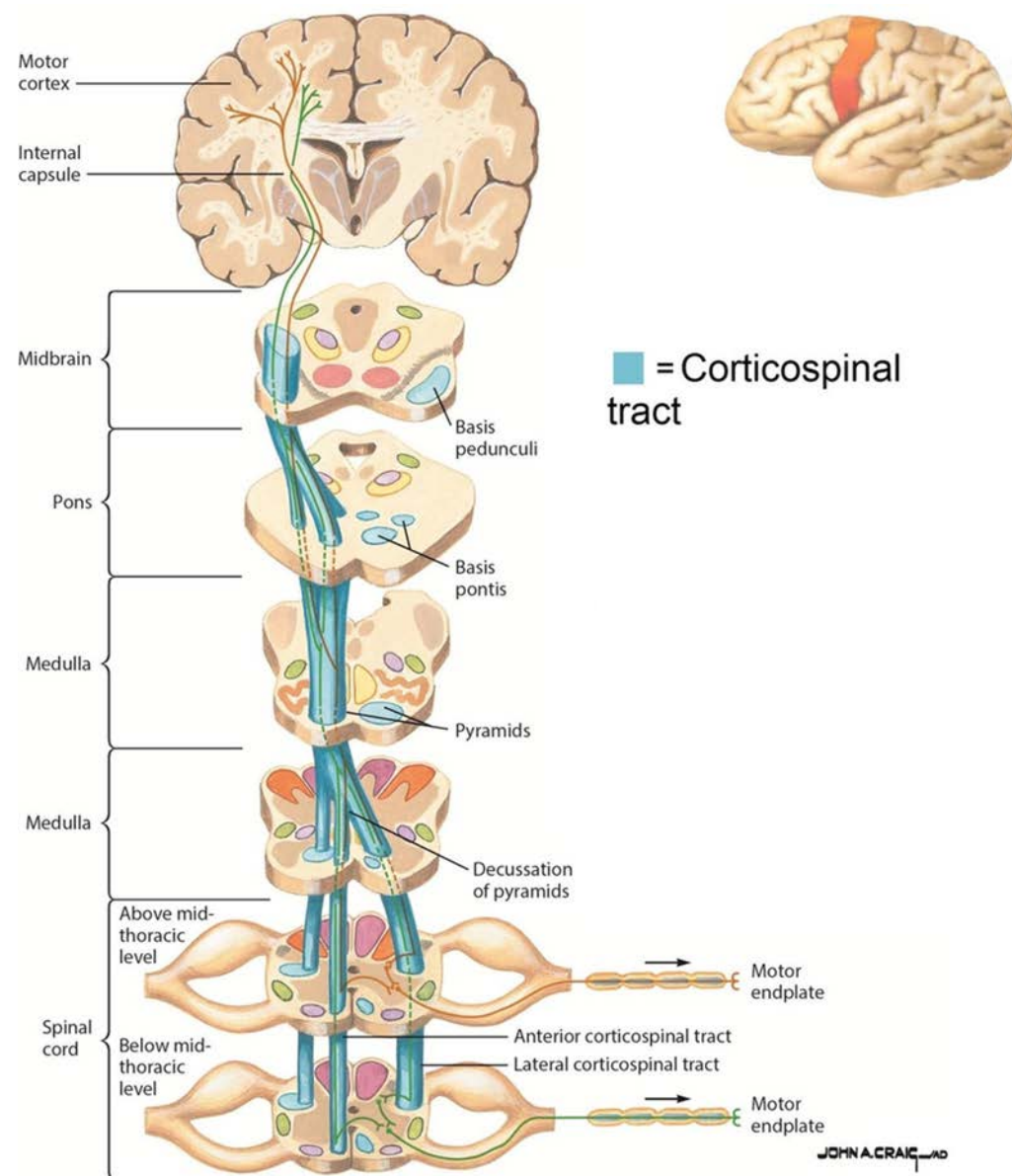
- 1. Électrique
- 2. Magnétique



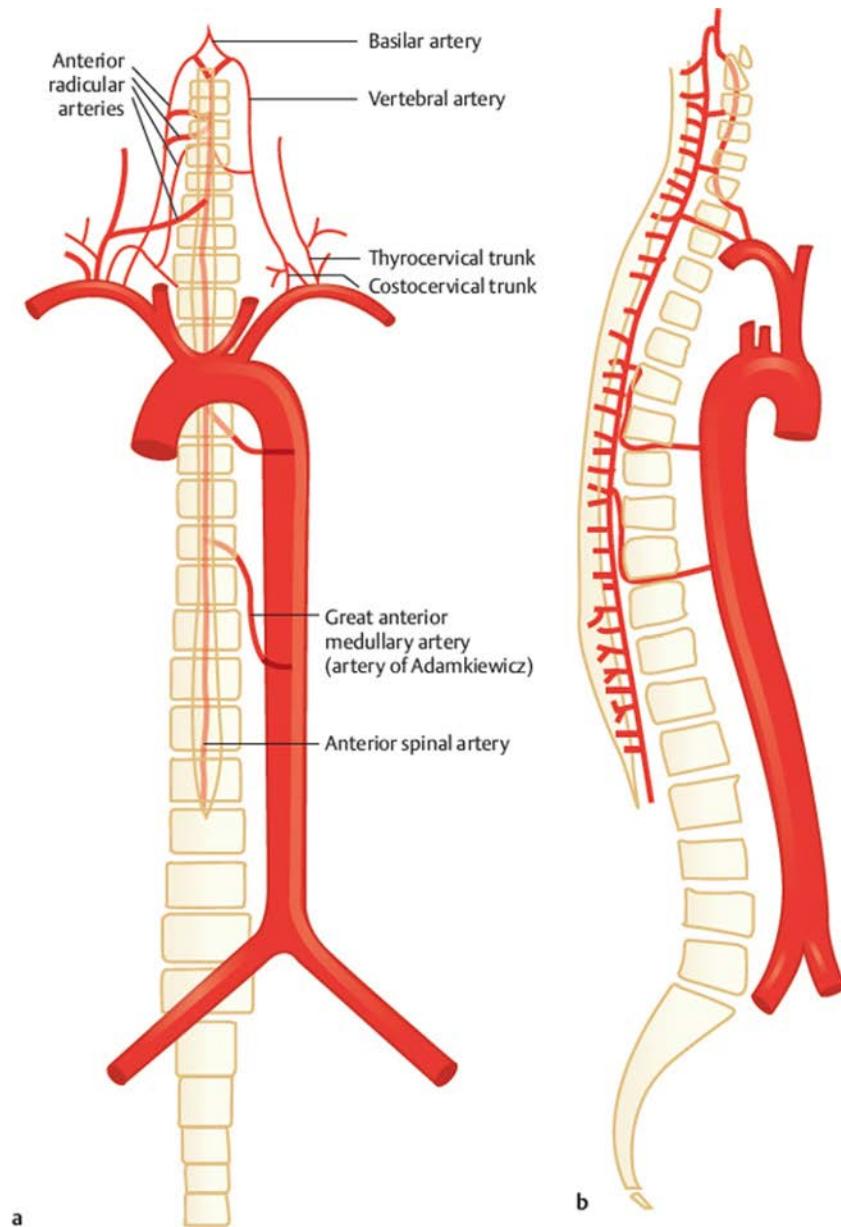
ANATOMIE DE LA MOËLLE ÉPINIÈRE DORSALE



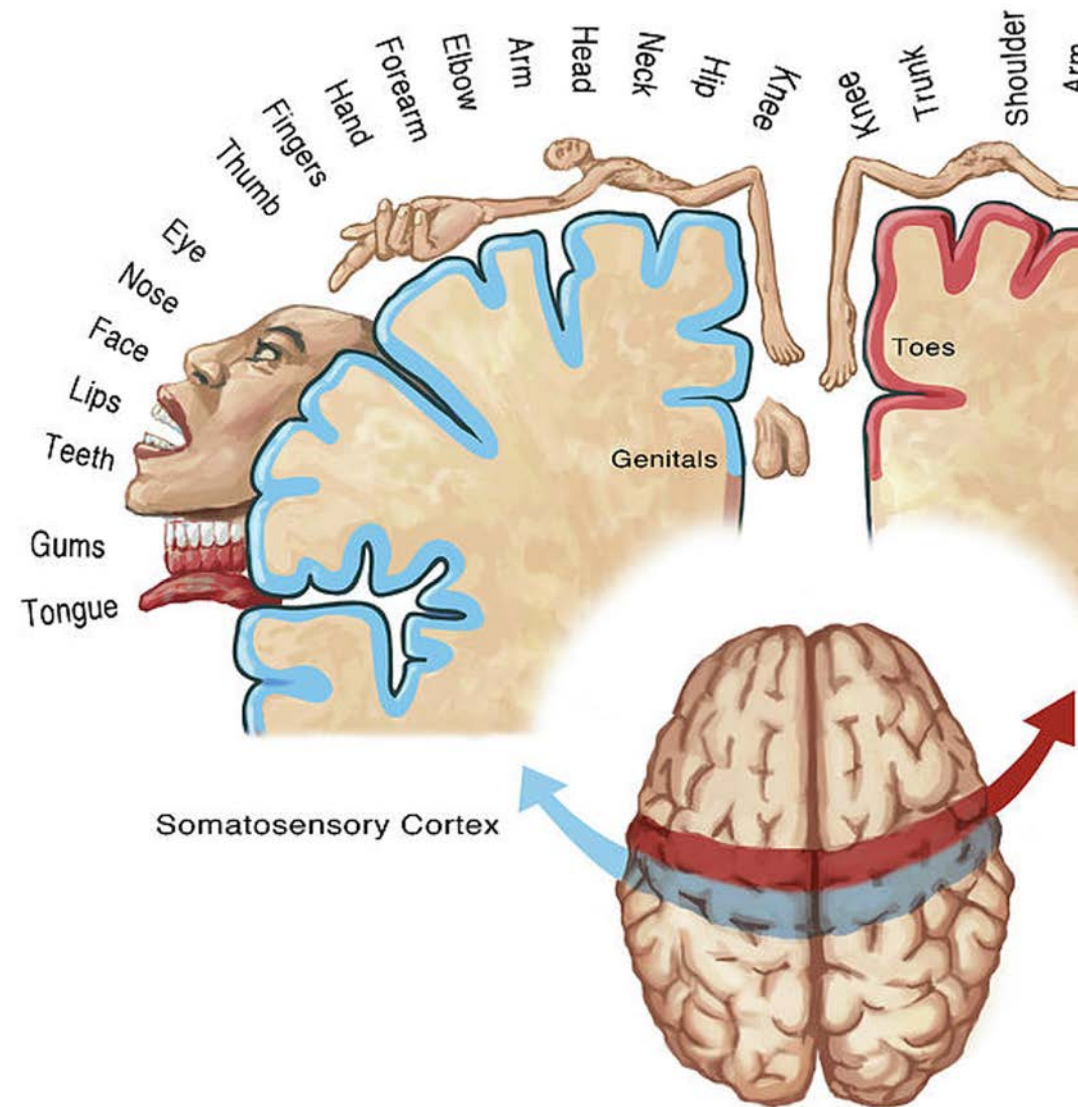
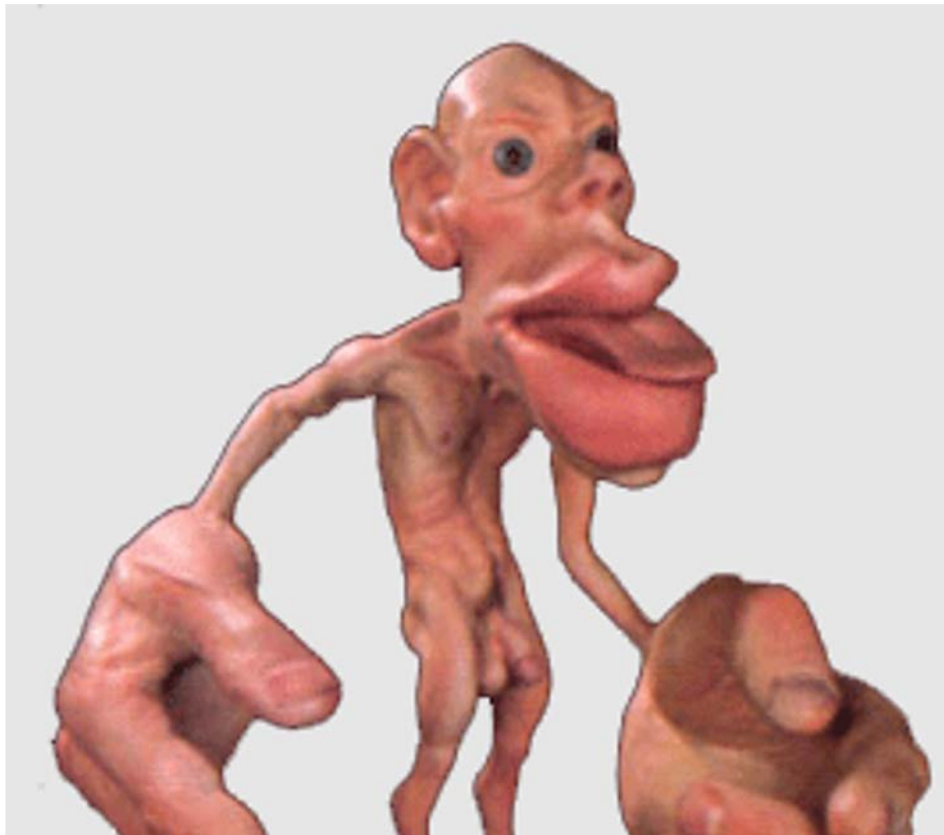
ANATOMIE DE LA MOËLLE ÉPINIÈRE VENTRALE



VASCULARISATION MEDULLAIRE

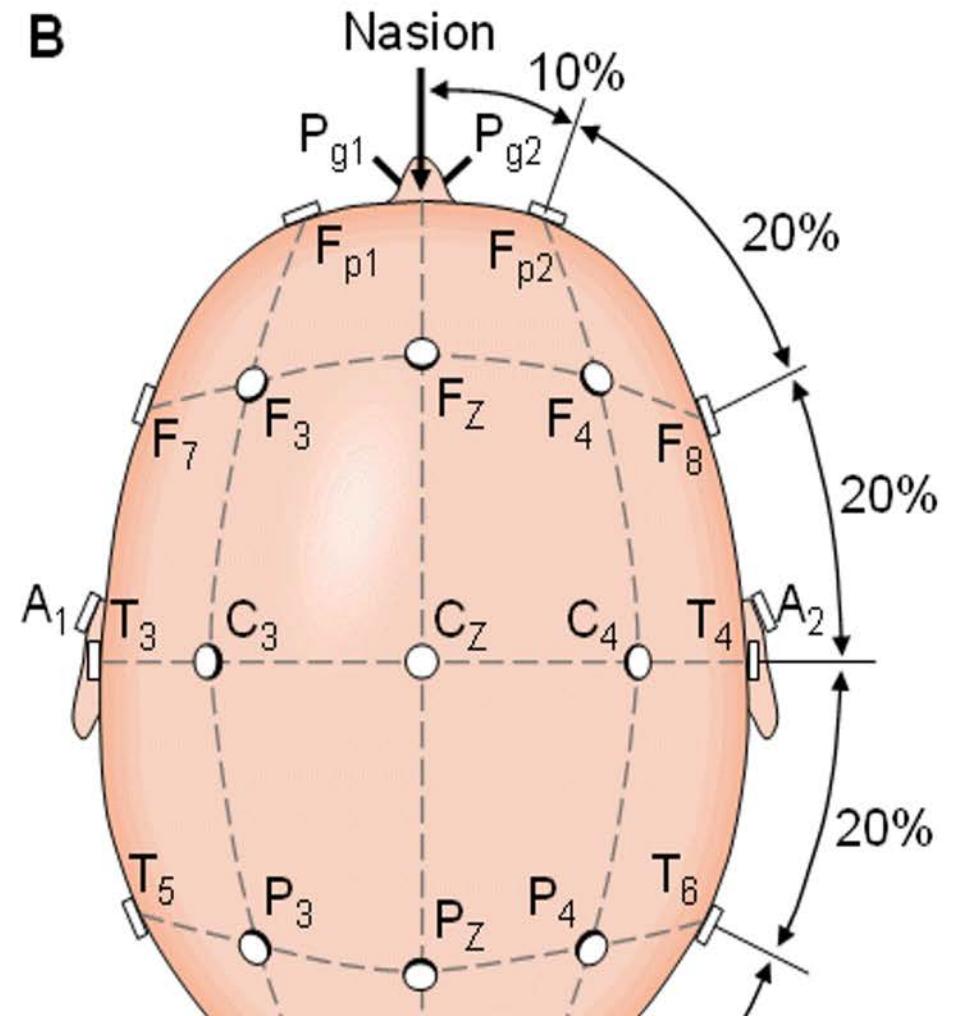


L'HOMONCULE DE PENFIELD



© Anatomy Photograph - Homunculus Map by Spencer Sutton

A



NEUROMONITORING MULTIMODALITAIRE

Enregistrement spontané

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

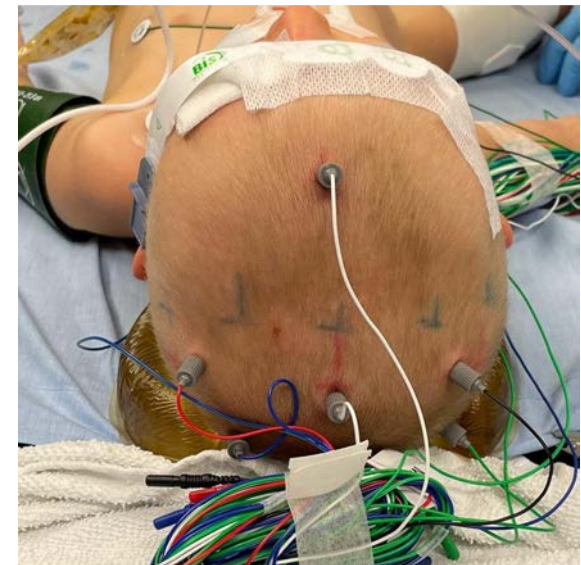
Potentiels évoqués par
stimulation électrique, auditive,
visuelle

◦Ex.: SSEP, MEP, ABR, VEP

Sensibilité, spécificité et valeur
prédictive

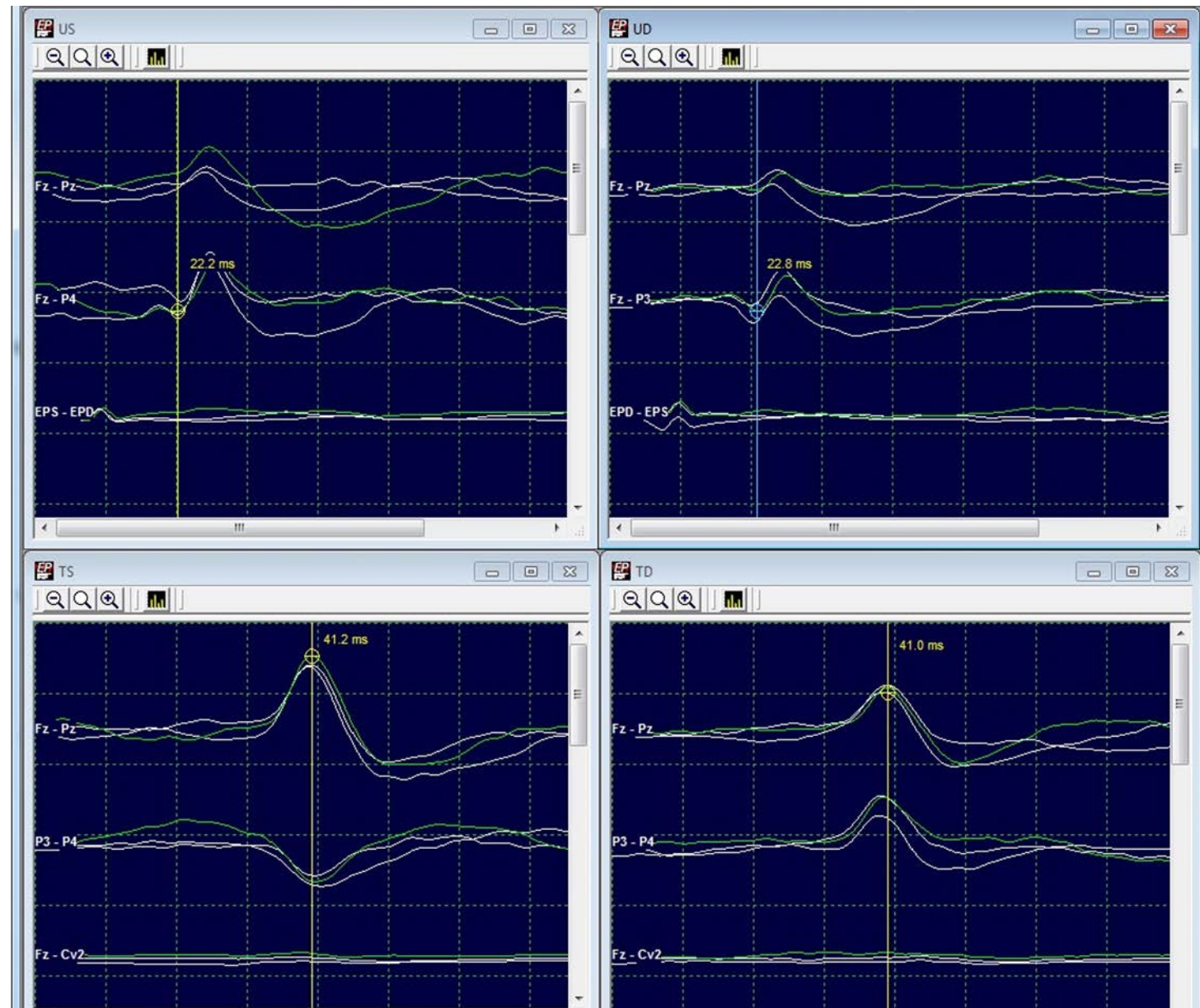
◦Ex.: EMG pour détecter une atteinte vasculaire, EEG pour
détecter un AVC lacunaire

LE FONCTIONNEMENT DU NEUROMONITORING

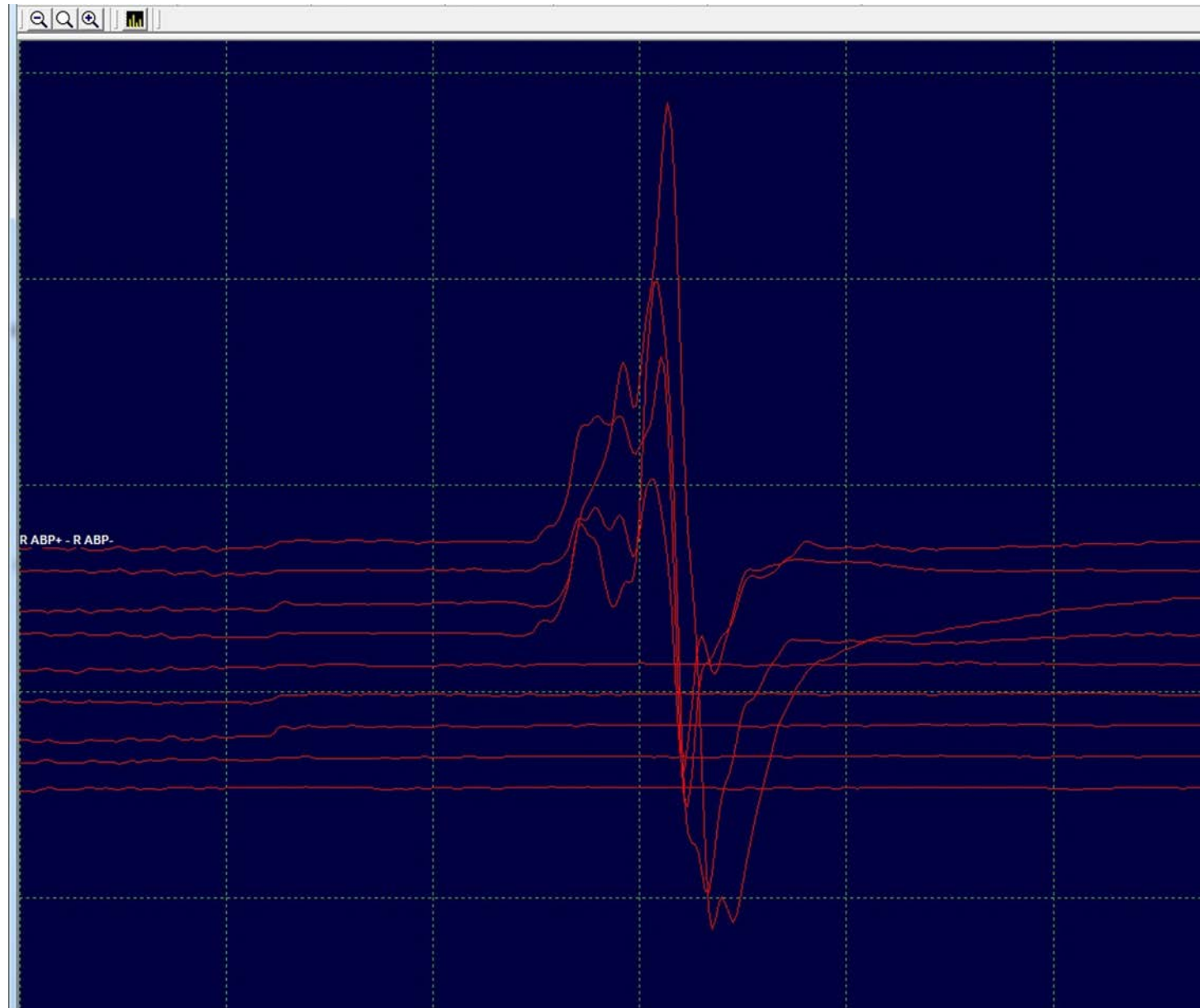


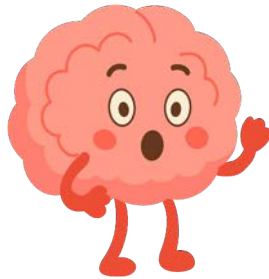
Des électrodes (aiguilles, autocollants) sont placées sur divers muscles, nerfs, scalp, et ensuite reliés à un système d'acquisition de signaux bioélectriques.

**POTENTIELS
ÉVOQUÉS
SOMESTHÉSIQUES
(SSEPs)**



**POTENTIELS
ÉVOQUÉS
MOTEURS
TRANSCRÂNIENS
(TceMEPs)**





LES CRITÈRES D'ALARME

Amplitude ++

↓ de 50% de l'amplitude des potentiels évoqués (SSEP, MEP, cbMEP, BAER, VEP, D-wave)

*** PRUDENCE *** ↓ de 80 % et voire même 100% ("All-Or-None") sur les MEPs de la moëlle épinière. Ancienne notion et augmente les risques de faux négatifs.

Latence

- ↑ de 10% de la latence (SSEP, BAER) surtout si associé à ↓ amplitude
- BAEP latence ≥ 1 msec

Changement de la morphologie du signal, ↑ seuil de stimulation MEP...

Allez sur **wooclap.com** et utilisez le code **STSFDJ**



Copier le lien de participation

Laquelle des structures nerveuses suivante est elle évaluée par les potentiels évoqués ...



- ① pont, lobe occipital, cervelet 0% 0 personnes
- ② medulla haute, pont, bulbe 0% 0 personnes
- ③ hypothalamus, thalamus, bulbe 0% 0 personnes
- ④ pont, 4ème ventricule, cervelet 0% 0 personnes
- ⑤ pont, bulbe, 4ème ventricule 0% 0 personnes

Cliquez sur l'écran projeté pour lancer la question



LES CAPRICES DU NEUROMONITORING

Le neuromonitoring est une science précise, dynamique, mais aussi capricieuse

- Certaines modalités sont sensibles aux halogénés
- Certaines modalités requièrent 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 & IONM

Médicaments

*Contexte du bloc opératoire : patient
(physiologie, pathologie), positionnement,
chirurgie...*

Stratégies de prise en charge

MÉDICAMENTS D'ANESTHÉSIE

Altération de l'activité synaptique

Diminution de la conduction axonale (↑ latence)

Modification de l'excitabilité neuronale (seuil de dépolarisation)

Action synaptique préférentielle : modalités les plus sensibles aux médicaments d'anesthésie : PEM/PES (corticaux) /tronc / Dwave /BAER...

Comprendre le mécanisme d'action du médicament ++

Relation dose/effet non linéaire, pas tjrs prévisible

Effet potentialisateur de plusieurs molécules associées entre elles ...

Hypnotiques : 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
- $MAC \leq 0,6$

Hypnotique : Protoxyde d'azote (N₂O)

Analgésie (NMDA, μ , nACh, K)

inconscience et amnésie (GABA α -2central)

Immobilité (Gly)

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

↓ ampl ↑latence PES > halogénés

Peu compatible avec IONM

Hypnotique : Propofol

inconscience, amnésie Gabaa (+)– NMDA(-)
antinociception Ach

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

Récepteur Glycine ME : à fortes doses, ↓MEP (extr. Distales)
PRIS (risque théorique) CI relative : cytopathie mitochondriale
Titration ++ (éviter bolus ... $t_{1/2\beta}$...)

Médicament de choix pour IONM

Opiacés

- EEG ↑ampl, ↓freq
- Peu/pas d'effets sur PE sous corticaux, même à haute dose
- Morphine IT : pas d'effet sur PE (épargne sg, épargne morphinique)...sauf mépéridine en raison d'un effet anesthésique local like)
- TIVA ++ (rémi)
- Attention aux bolus !

Benzodiazépines

- Récepteur GABA : amnésie, inconscience
- anticonvulsivant = ralentit EEG sans burst suppression ni silence
- ↓ampl ↑ latence SSEP corticaux, pas d effet sous cortical
- Indic : prémed ++
- **Ti1/2 β ! si TIVA**

Rémimazolam (Byfavo) : pic plasmatique 3 min, t1/2 β 40 min, durée 11 min

- effet similaire au propofol (dose : 1-2 mg/kg/h)

Kétamine

Amnésie, inconscience : GABA

Antinociception : NMDA

- ↑ampl. et fréquence (PES corticaux)
- ↑PEM musculaire et spinal

co-analgésie (0,2 mg/Kg/h)

TIVA si CI propofol (1 mg/kg/h)

Etomidate

- Inconscience, immobilité (GABA a, glycine), anti-nociception
- Effet excitateur EEG : ↑ampl PES corticaux, PEM tc musculaires
- Peu d'effets sur les PE sous corticaux
- Inhibition synthèse cortisol (jamais de perf !)
- ↑NVPO

Magnésium

- Anti-arythmique, myorelaxant, anti-inflammatoire, neuroprotecteur, anti-convulsivant, analgésique
- Analgésie balancée : module la nociception, diminue les catécholamines endogènes
- Potentialise les curares, diminution ++ PEM CMAp
- CI insuff. rénale
- Posologie : 20-40 mg/kg puis 10 mg/kg/h

Relaxant musculaire = curares

- Pas d'effet direct sur les PE
- PEM Blocage jonction NM : pas de CMAP, mais PE épiduraux (D wave) inchangés
- PEM CMAP ok SI TOF $\geq 2/4$, SINGLE TWiCH $\geq 45\%$
- Diminution ratio bruit/signal PES corticaux (amélioration indirecte)
- antagonisation : Sugammadex : pas d'effet sur les PE

Anesthésiques locaux

- Infiltration : Blocage canaux sodiques voltage dépendant = ↓ PES
PEM localement
- Epidural : ok si pas de bloc complet
- IT : abolition PEM et PES
- IV : anti-inflammatoire et analgésique (douleur viscérale), épargne propofol : ↓ ampl, ↑ latence PES (iv 1,5 mg/kg puis 1,5 mg/kg/h ...à administrer pdt 24h)
- peu titrable

Clonidine et dexmédétomidine

- Agonistes alpha 2 ABC , *la dex est 8 fois plus sélectif que la clonidine*
- Sympatholyse (bradycardie), sédation, HTA-Hypo TA, analgésie
- Effet minime sur SSEP, effet dépresseur sur MEP
- Effet épargne propofol, co analgésie, sédation
- *Poso max 0,2 mcg/kg/h*
- Demi vie contextuelle : 4 min après une perf de 10 min, 350 min après une perfusion de 8 heures
- Peu titrable
- Intérêt ..variable selon les publications (dose, terrain ...)

Allez sur **wooclap.com** et utilisez le code **STSFDJ**



Copier le lien de participation

Lequel(s) des énoncés suivant concernant les potentiels évoqués moteur est/sont vrai(s)



①

amélioré par les relaxants musculaires

0% 0



②

moins sensibles à l'ischémie que les SSEP



0% 0



③

peu sensibles aux volatils

0% 0

④

évalue les voies motrices descendantes

0% 0

Cliquez sur l'écran projeté pour lancer la question

wooclap

115%

0 / 1



Allez sur **wooclap.com** et utilisez le code **STSFDJ**



Copier le lien de participation

Laquelle des situations suivantes n'affecte pas l'amplitude des potentiels évoqués ...



① bolus de sufenta 0,5 mcg/kg

0%

0



② chute de la pression artérielle moyenne de 30 % par rapport à la PA pré induction

0%

0



③ Sevo a 0,5 MAC

0%

0

④ chute de la température centrale de 37 à 35*5 C

0%

0

Cliquez sur l'écran projeté pour lancer la question

wooclap



115%



0 / 1





ANESTHÉSIE ET IONM

CONSIDÉRATIONS PHYSIOLOGIQUES

TEMPÉRATURE

- Hypothermie : ↓durée potentiel d'action, ↓vitesse de conduction axonale et transmission synaptique entraînant ↑de la latence
- Peu d'effet sur l'amplitude des réponses corticales, sous corticales ou périphériques : ↑latence et seuil de stimulation à partir de 32°C (by pass, arrêt circulatoire)
- Disparition des PE corticaux en hypothermie très profonde
à 21 °C : perte du complexe N20-P22
à 17 °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 directe entre capnie/oxygénation et débit sanguin cérébral
- Pas d'altération des PES pour paCO_2 : 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

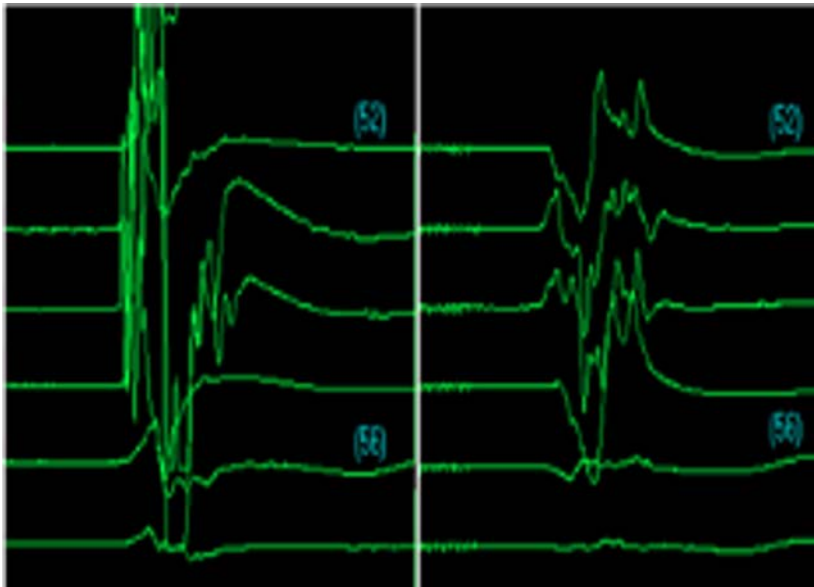
PERFUSION RÉGIONALE

- 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 $\alpha 1+$)
- Hématocrite optimal : 30-32% - anémie sévère (Hte 10-15%) $\downarrow$ amplitude $\uparrow$ latence PES (réversible si transfusion)

PARAMETRES SPECIFIQUES AU PATIENT

- Age (myélinisation incomplète avant 6 ans, EEG différent)
- Taille
- **Pathologie neuro sous jacente** (ex : Werdnig Hoffman et atteinte motoneurone (MEP), neuropathie diabétique et atteinte sensitives distales (SSEP)...))
- **Impédance** (obésité, masse musculaire: type d'électrode, stimulation)
- **Positionnement** (compression, étirement nerveux) - sujets maigres, déformation squelettique extrême (retour veineux, compression cardiaque ou VCI)
- **Traction per-op** (10%: poids) : faire un baseline avant et après traction...refaire après traction + positionnement

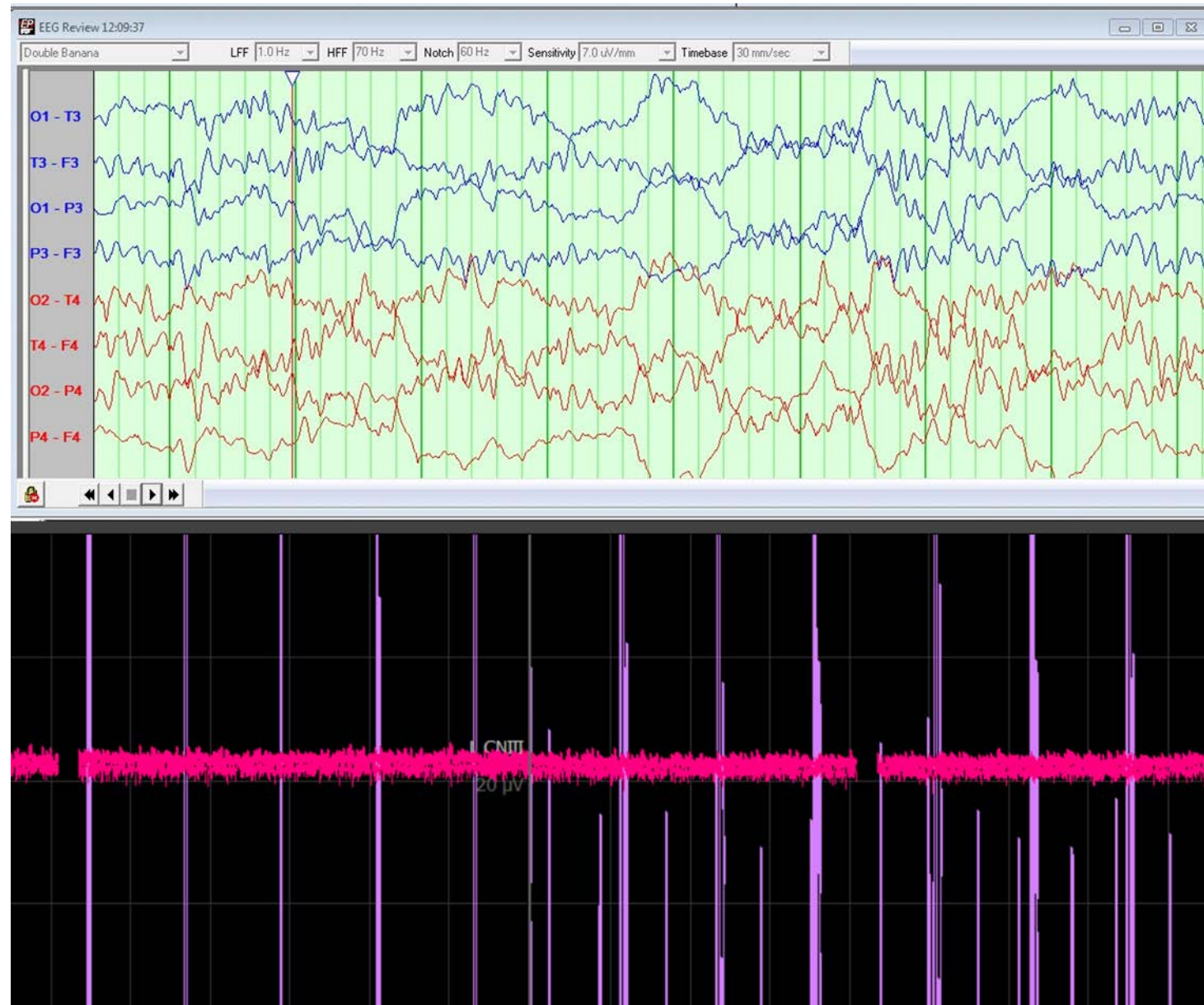
Anesthetic Fading



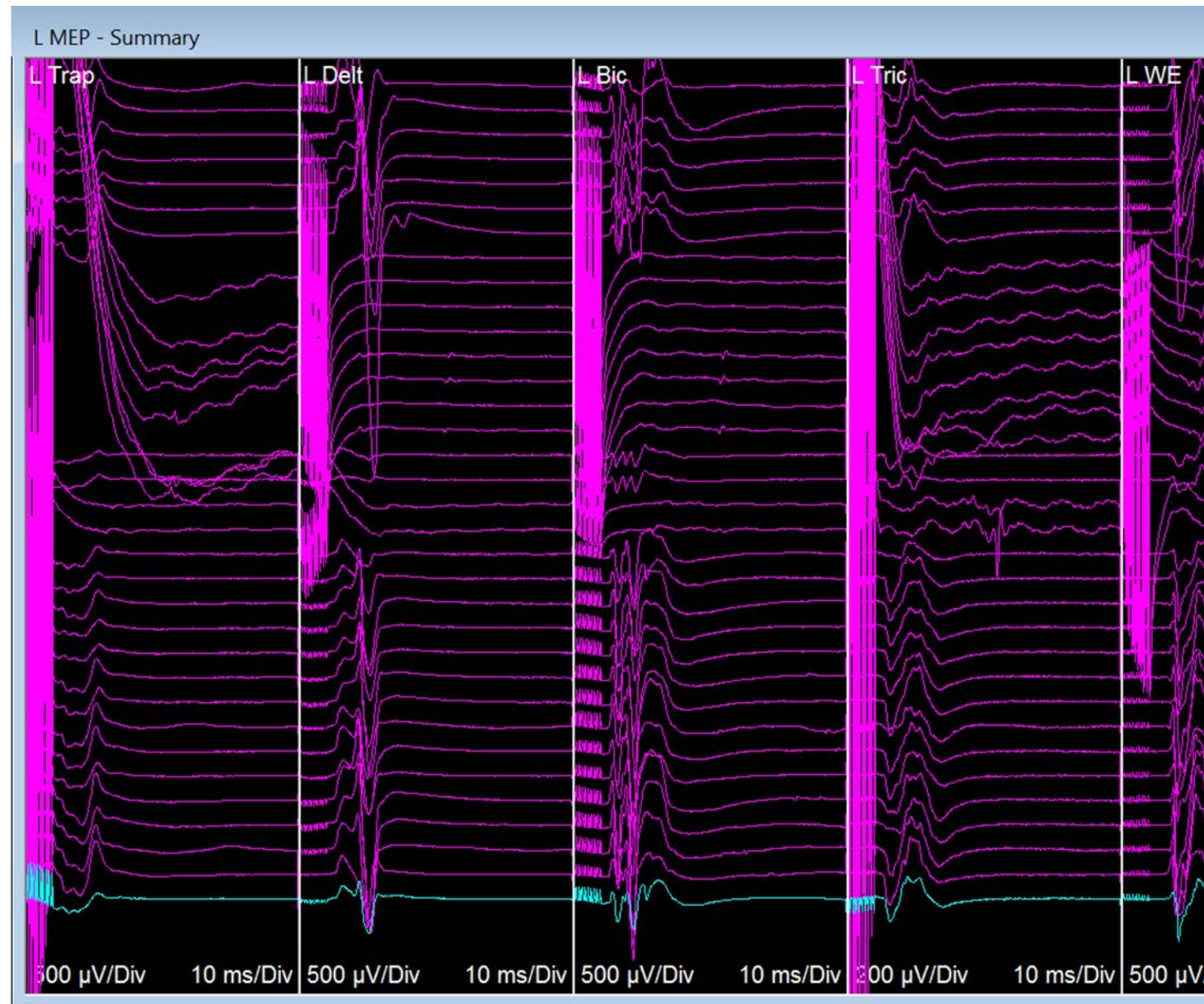
= diminution amplitude et allongement latence au fur et a mesure que la chirurgie progresse...sans étiologie franche

- épuisement excitabilité nerveuse ?(↑ nb ou intensité des stimulations)
- Contexte sous optimal : accumulation médicament + hypothermie + hypovolémie ?
- oedème tissulaire (cristalloïdes) = augmentation impédance ?

PROFONDEUR CORTICALE VERSUS RÉACTIVITÉ À LA DOULEUR



EFFET DES BOLUS SUR L'IONM



MÉDICAMENTS D'ANESTHÉSIE ET IONM

- Effets majeurs : Hypnotiques (bolus ++) Halogénés et N2O
- Effets mineurs : Narcotiques, DXMT, AL
- Effets paradoxaux : Ketamine & Etomidate : hyperactivité électrique corticale ↑ amplitude PES - PEM

Utilisation judicieuse : optimisation IONM, (TIVA >> anesth. Balancée), anticipation réveil (per op ou post op) , curarisation ↓↓ PEM musculaires mais ↑ ratio signal/bruit PES...

le protocole d'anesthésie idéal est adapté aux temps opératoire : (induction, positionnement, abord chirurgical, exérèse/instrumentation, fermeture ...)

Pas de BIS, ni d'Entropy?

Le Neurophysiologiste peut vous aider!!

- Critères d'EEG à surveiller:
 - Isoélectricité : Fréquence / Onde corticale Delta (0-3Hz) = BIS à <5. Se manifeste par un tracé d'EEG plat sur plus de 95% de la fenêtre de temps
 - Impossibilité ? / Difficulté+++ à générer des signaux bioélectriques corticaux
 - Inhibition corticale : Fréquence Delta (0-3Hz) et Theta (4-7Hz) = BIS à <20. Tracé démontrant des bouffées d'activité corticale (+/- 50%) et des périodes d'isoélectricité (+/- 50%)
 - Difficulté à générer des signaux bioélectriques corticaux

- “Bullseye” d’anesthésie générale : Fréquence Alpha (8-12Hz) = BIS entre 30-50.
Tracé d’EEG normal et continue, sans interruption
 - Zone optimale pour la génération des signaux bioélectriques
- Trop léger : Fréquence Beta (12-30Hz) = BIS >60 = Zone dangereuse d’éveil du patient.
 - Signe avant-coureur sur les potentiels somesthésique sous-corticaux
- Conseils pour un juste équilibre et une profondeur d’anesthésie adéquate :
 - Titrer en fonction de l’EEG. Visez l’onde Alpha (8-12Hz). Même avec un BIS, la lecture peut être biaisée.
 - Le “KISS principe”

Stratégie d'Anesthésie

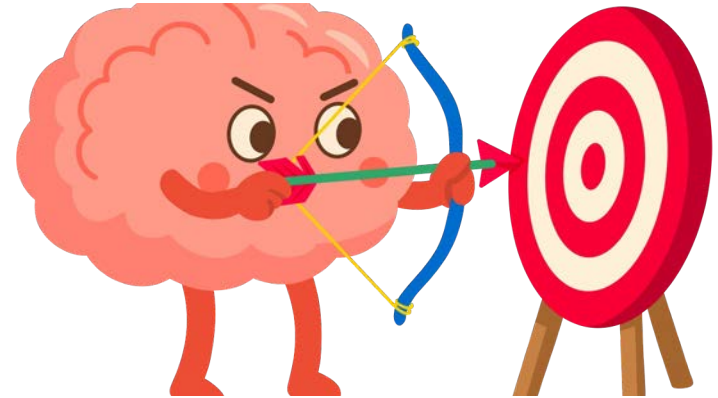


- Comprendre les principes de base (modalité utilisées, type de chirurgie)
- situation particulière du patient (âge, pathologie sous-jacente ..)
- choix personnels ...qui peuvent être remis en question !
- soyez **stratégiques** = **anticipez** ! (connaître les temps opératoires)
- soyez **flexibles, pragmatiques** : adaptez vous à la situation, n'hésitez pas à requestionner vos choix.

Votre protocole d'anesthésie doit être adapté à chaque phase de la chirurgie
et surtout : **communiquez** !

Troubleshooting

Anticiper
Communiquer
Comprendre



Anticiper = Optimisation signaux bio-électriques

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 STABILITE (éviter les situations confondantes aux moments important)

principes de bases IONM + stratégie personnalisée au patient + travail d'équipe
Réévaluer fréquemment

Troubleshooting (anesthésie)

Travailler continuellement à tjrs avoir les meilleurs signaux bio-électriques

- réévaluer en permanence les besoins et les apports (hypnose, narcose, volémie, hémodynamique etc) ; aspect **dynamique** de la situation
- Contrôler les facteurs environnementaux (vérifications itératives, sensibiliser le nursing)
 - aspect régional (soluté ? écarteur? topique ?)
 - positionnement ++ : bras, jambes...billots, traction...
 - interférences électriques, bruit de fond (lumières, table, antenne NV, Bair hugger...)

Troubleshooting (neurophysiologie)

Le troubleshooting se fait d'abord de la console de neuromonitoring, ensuite vers l'anesthésie et se termine par la table chirurgicale :

1. Technique : 1. Éliminer toutes sources de contamination électrique (ex.: Bair Hugger, Table, Bas séquentiels, etc.); 2. Tenter de faciliter le signal; 3. Augmenter l'intensité de stimulation. 4. Essayer différents intervalles inter-stimulus.

1. Anesthésiologique : Vérifier, demander, et noter régulièrement (ex.: 15min) tous changements hémodynamiques et anesthésiologiques

1. Iatrogénique: Si tous problèmes techniques et anesthésiologiques sont éliminés, il est temps de discuter avec le chirurgien d'un changement iatrogénique.

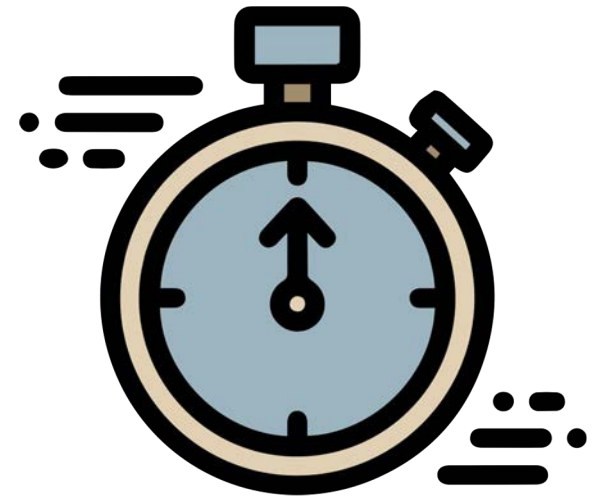
Perte des Potentiels Évoqués.... Comprendre ++



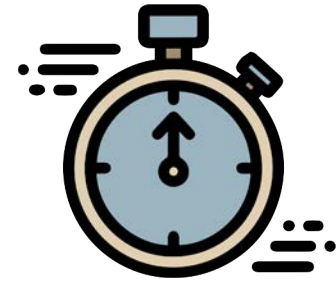


KEEP
CALM
AND
BLAME
ANESTHESIA

Wake-up Test



Wake-up test



- 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 → réapprofondissement 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'asepsie

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

Responsabilités partagées

Comprendre les rôles de chacun, sensibiliser nursing

Communication ++: heads up réguliers, fermer la boucle de communication, mettre

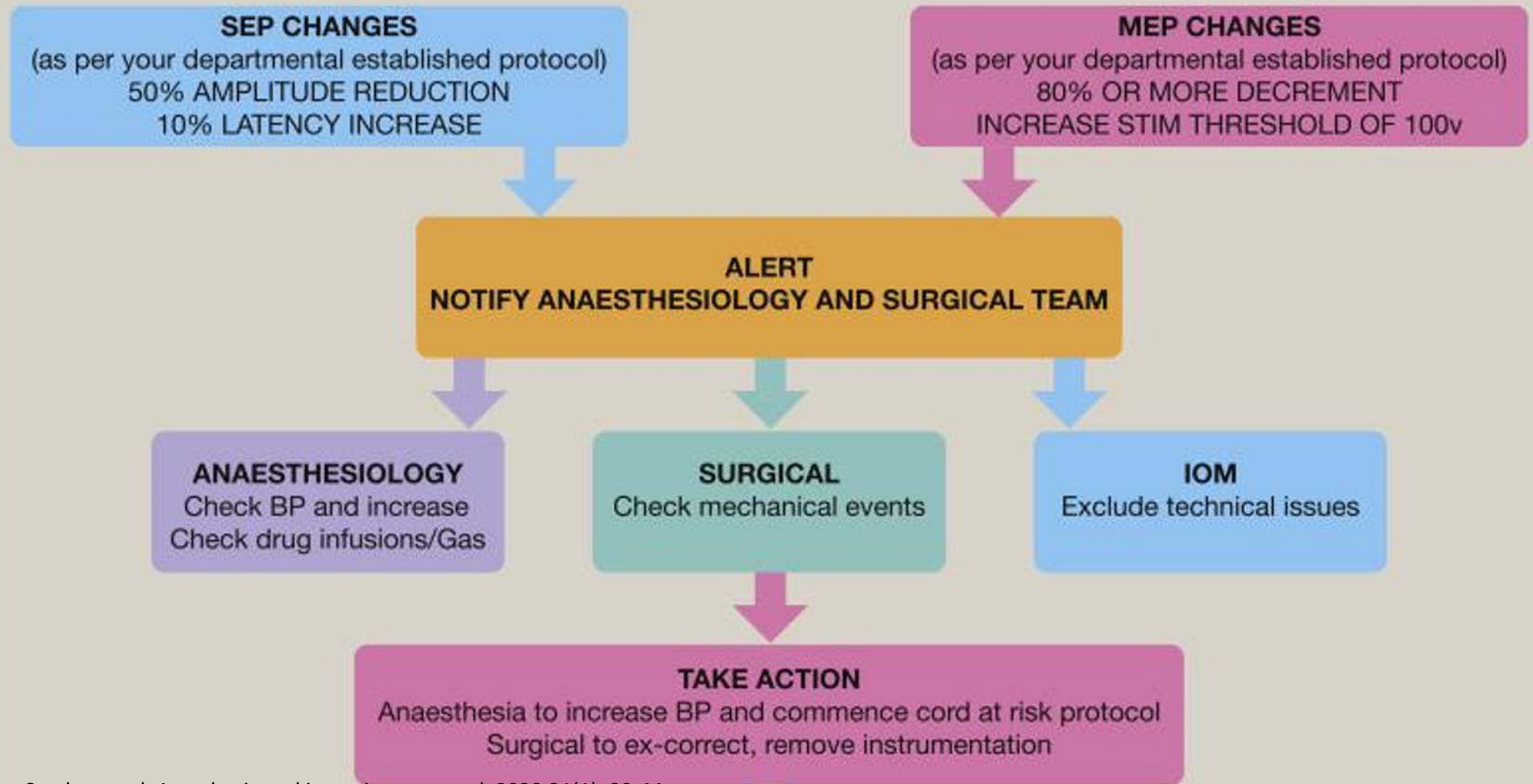
l'information à disposition de tous (site opératoire, moniteur d'anesthésie, moniteur du NP)

algorithme décisionnel d'équipe

protocole d'intervention spécifique au milieu

Identifier les patients à risque

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





Policy 1.4 Intraoperative Neurophysiological Monitoring

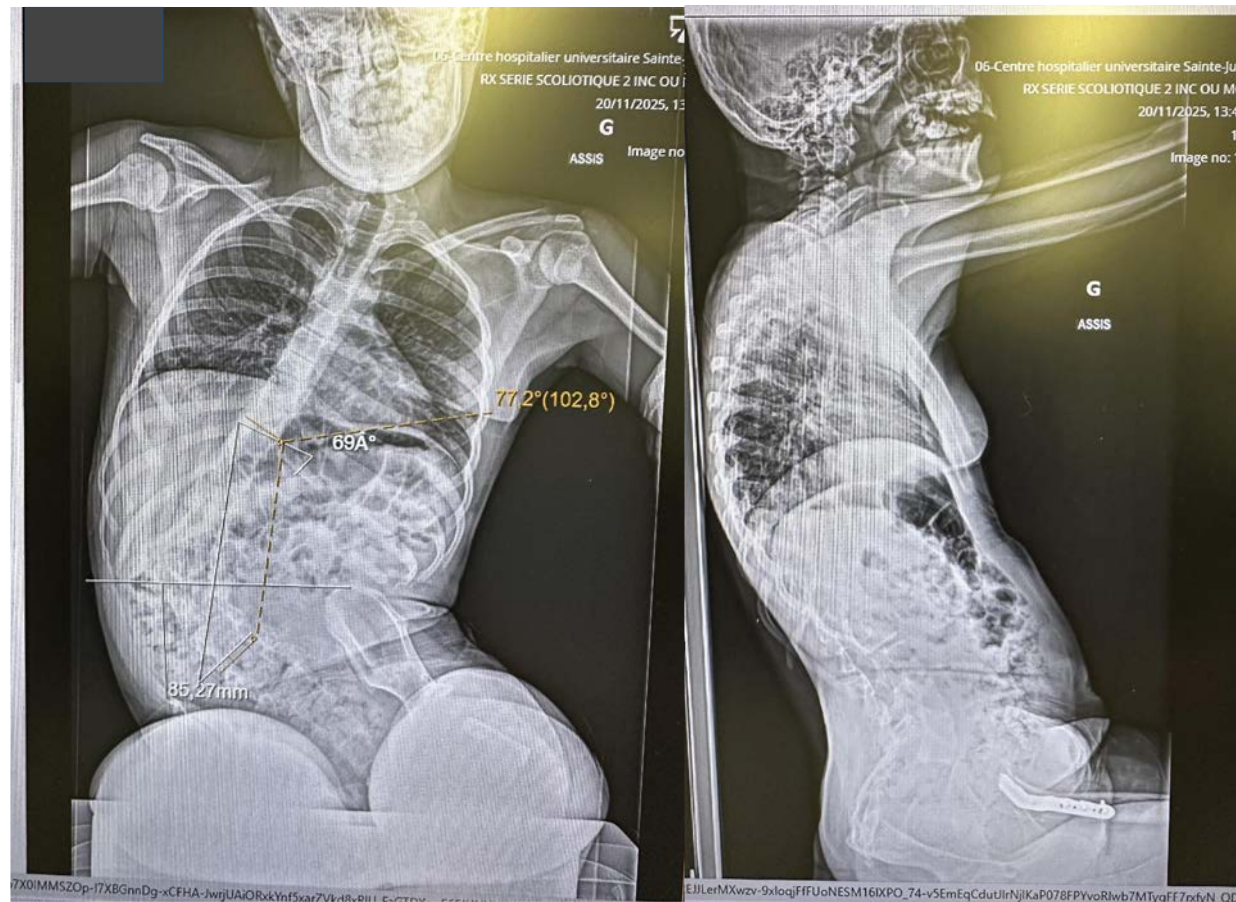
Alert or Changes in Responses Checklist

Date: January 2015

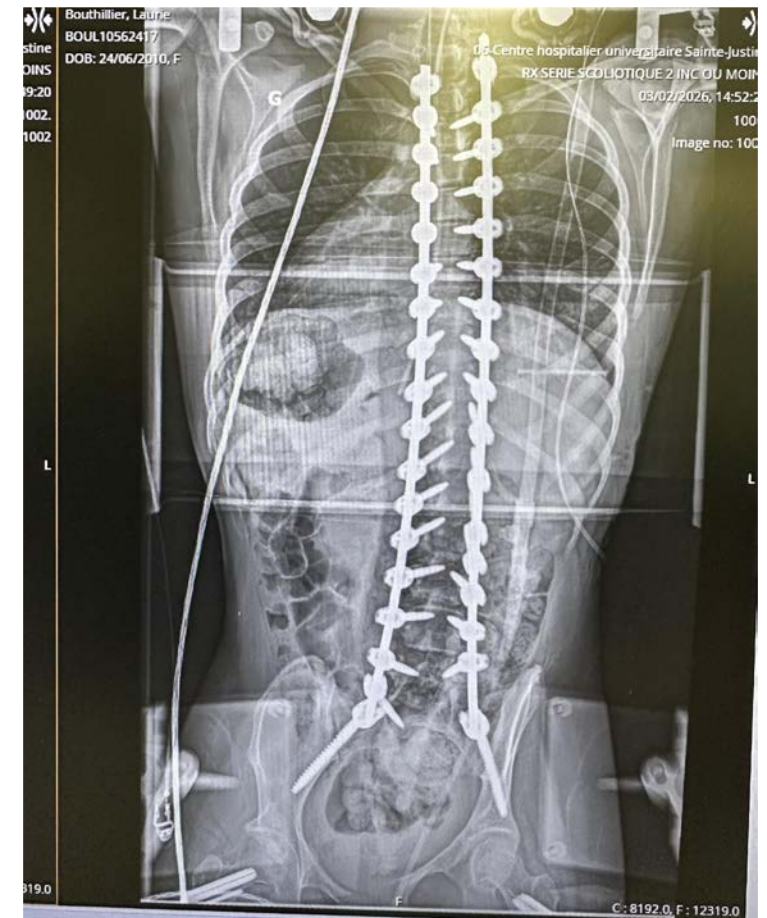
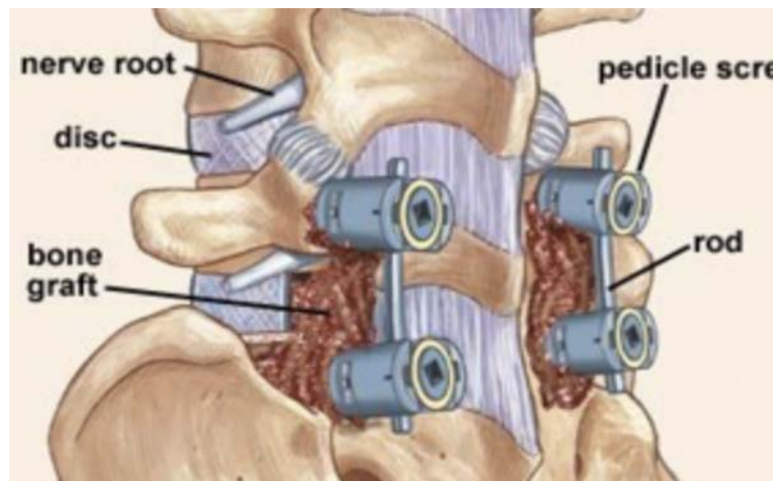
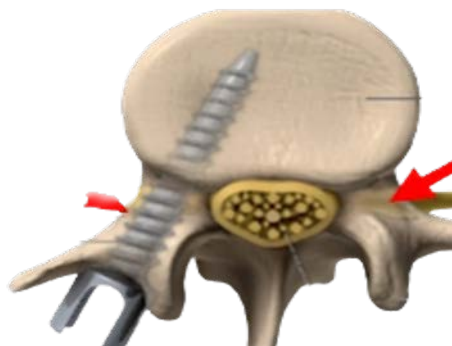
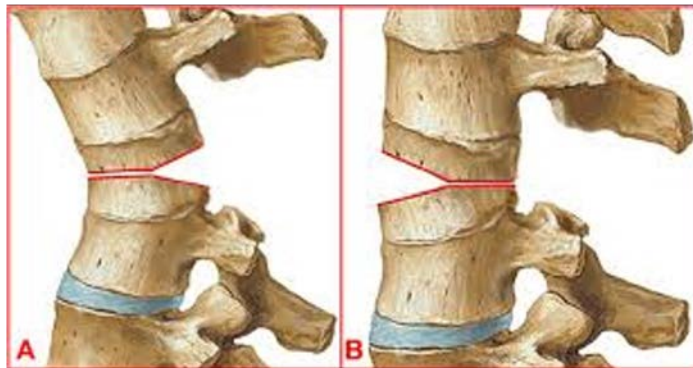
- ☐ Surgical Pause- stop case and announce to the room
 - ☐ Eliminate outside stimuli (music, conversations, etc.)
 - ☐ Summon anesthesiologist, senior neurophysiologist, radiology, and Charge nurse
- ☐ Review Monitoring Plan. Review events prior to event, surgical, technical and anesthetic.
- ☐ Optimize anesthesia regime, such as:
 - ☐ Confirm TIVA anesthesia plan
 - ☐ Confirm full TOF (TcMEP)
 - ☐ Check Hemoglobin
- ☐ Consider elevating the MAPs by 10-15 % above resting pressures or above 80mm of hg.
- ☐ Consider administering blood products
- ☐ Consider removing any surgical correction or instrumentation
- ☐ Wake up test
- ☐ Radiological assessment intraoperative or postoperative.
 - ☐ Alert Charge Nurse for possible emergent CT scan scheduling at TUH
- ☐ Notify Intensivist and PICU staff
- ☐ Consider:
 - ☐ Surgical consultation with a colleague
 - ☐ IV steroid protocol
 - ☐ Staging or aborting procedure

Exemple clinique

Scoliose : décompression + fusion postérieure

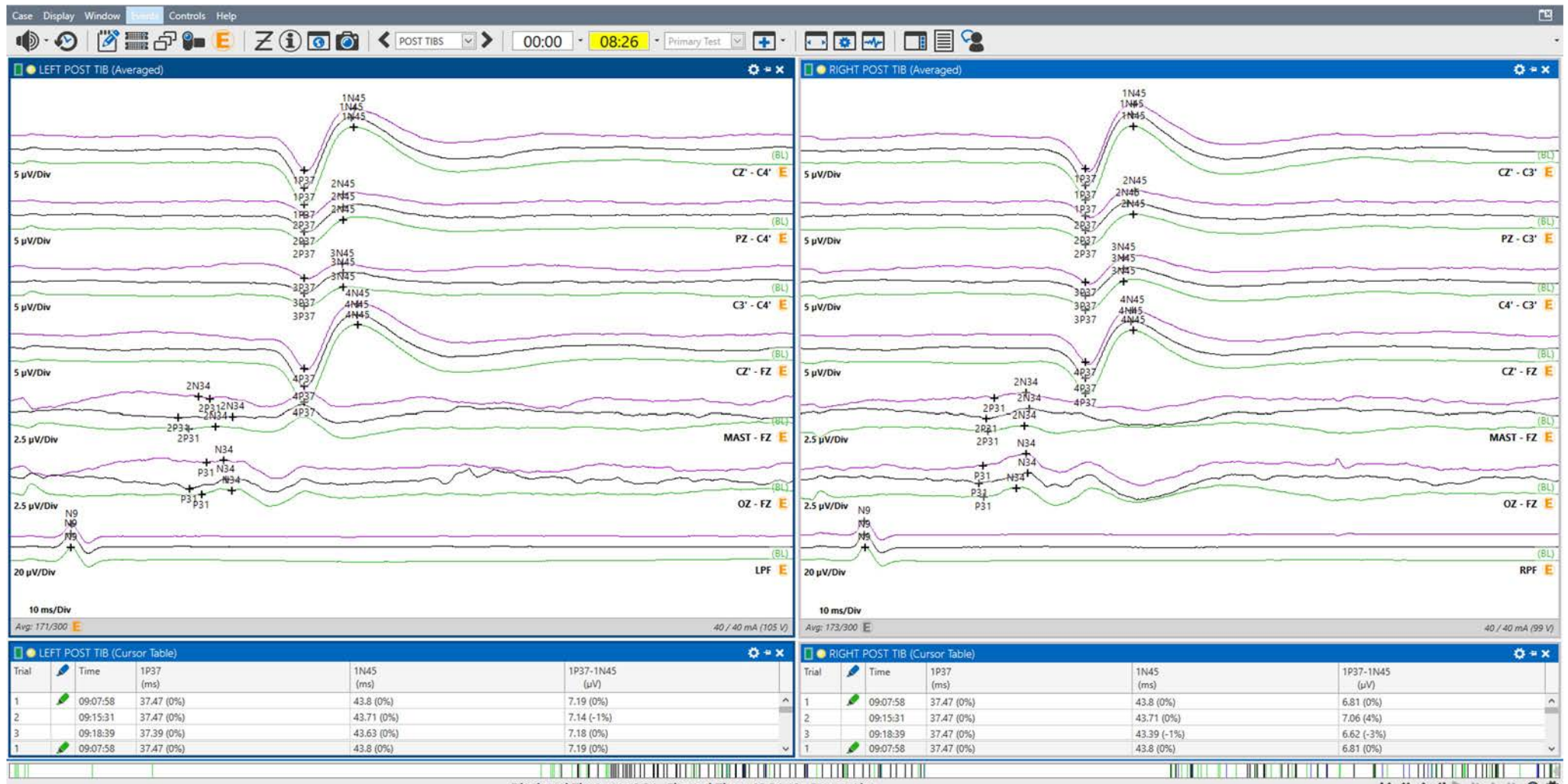


Multiples ostéotomies et niveaux de fusion (T2-Pelvis)

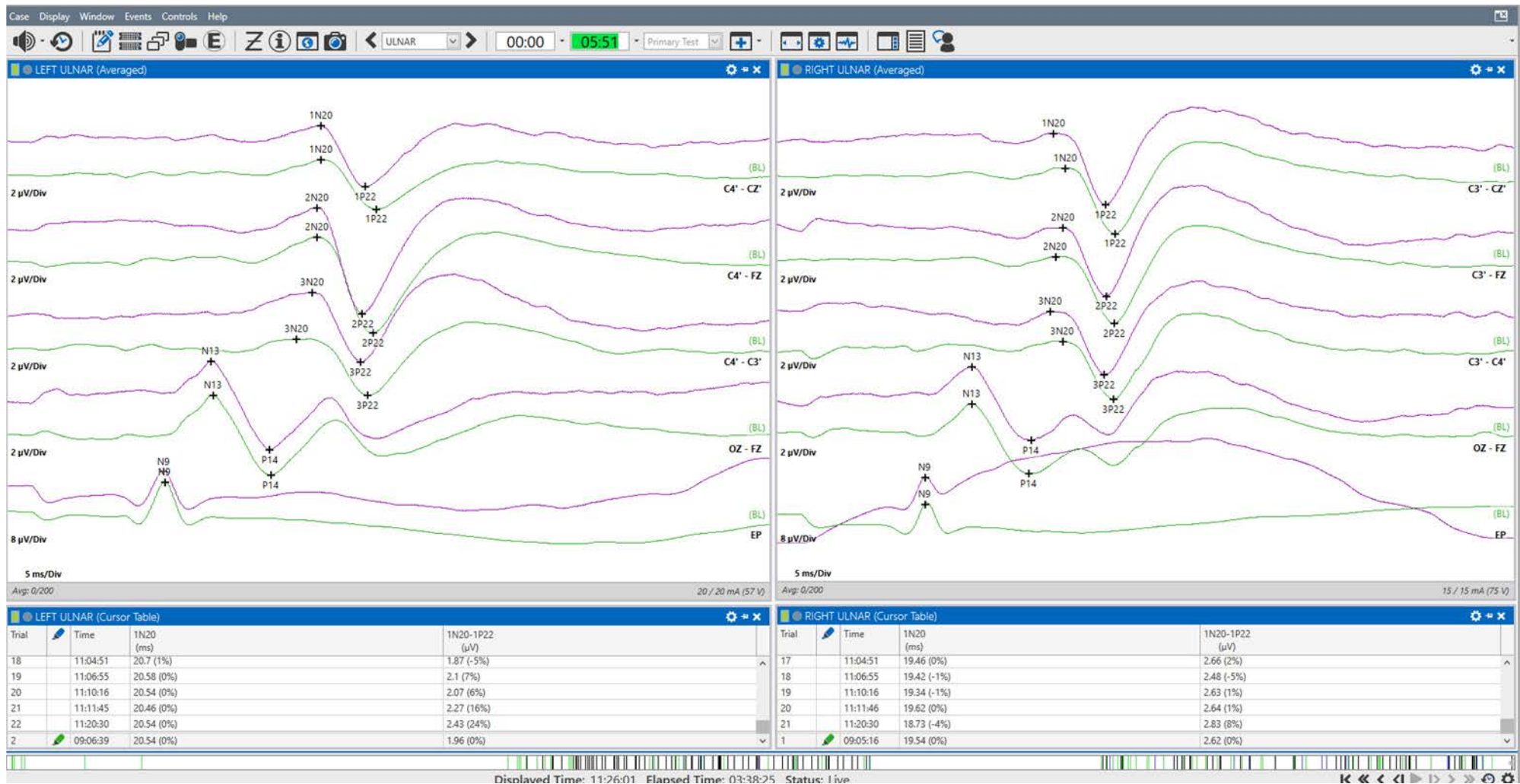


**Quelles modalités électrophysiologiques
utiliseriez-vous?**

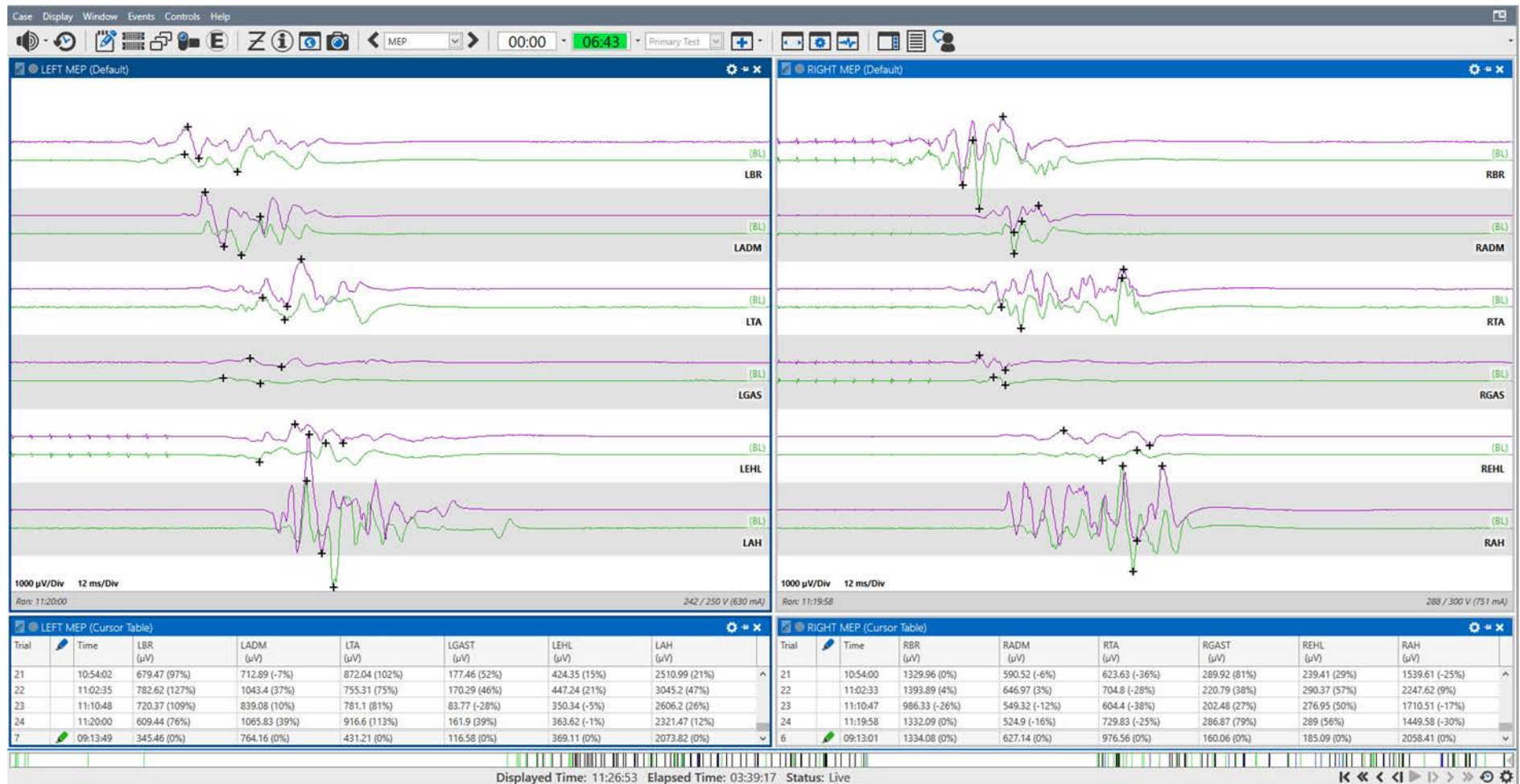
Potentiels évoqués somesthésiques aux minf



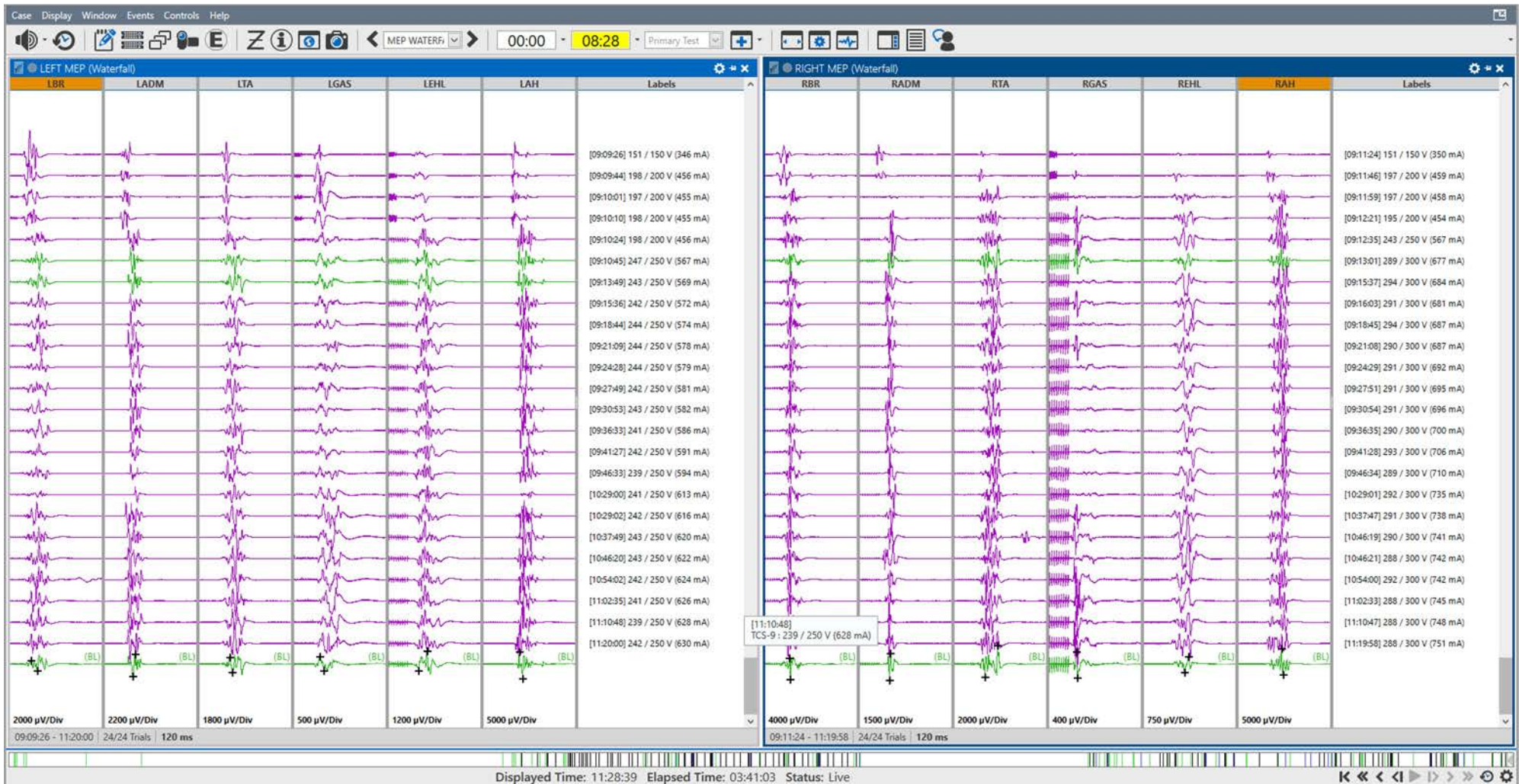
Potentiels évoqués somesthésiques aux msup?



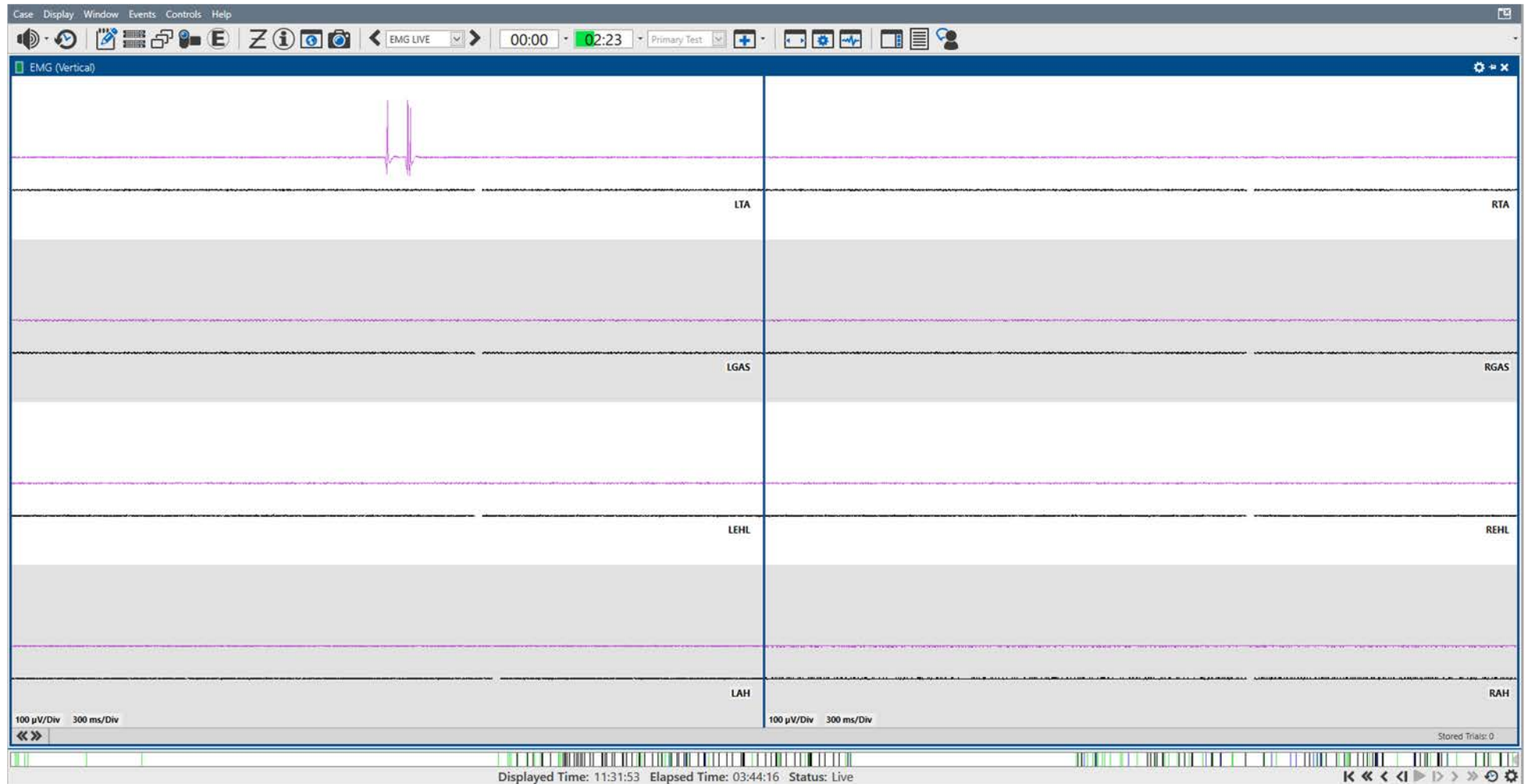
Potentiels évoqués moteurs aux 4 membres



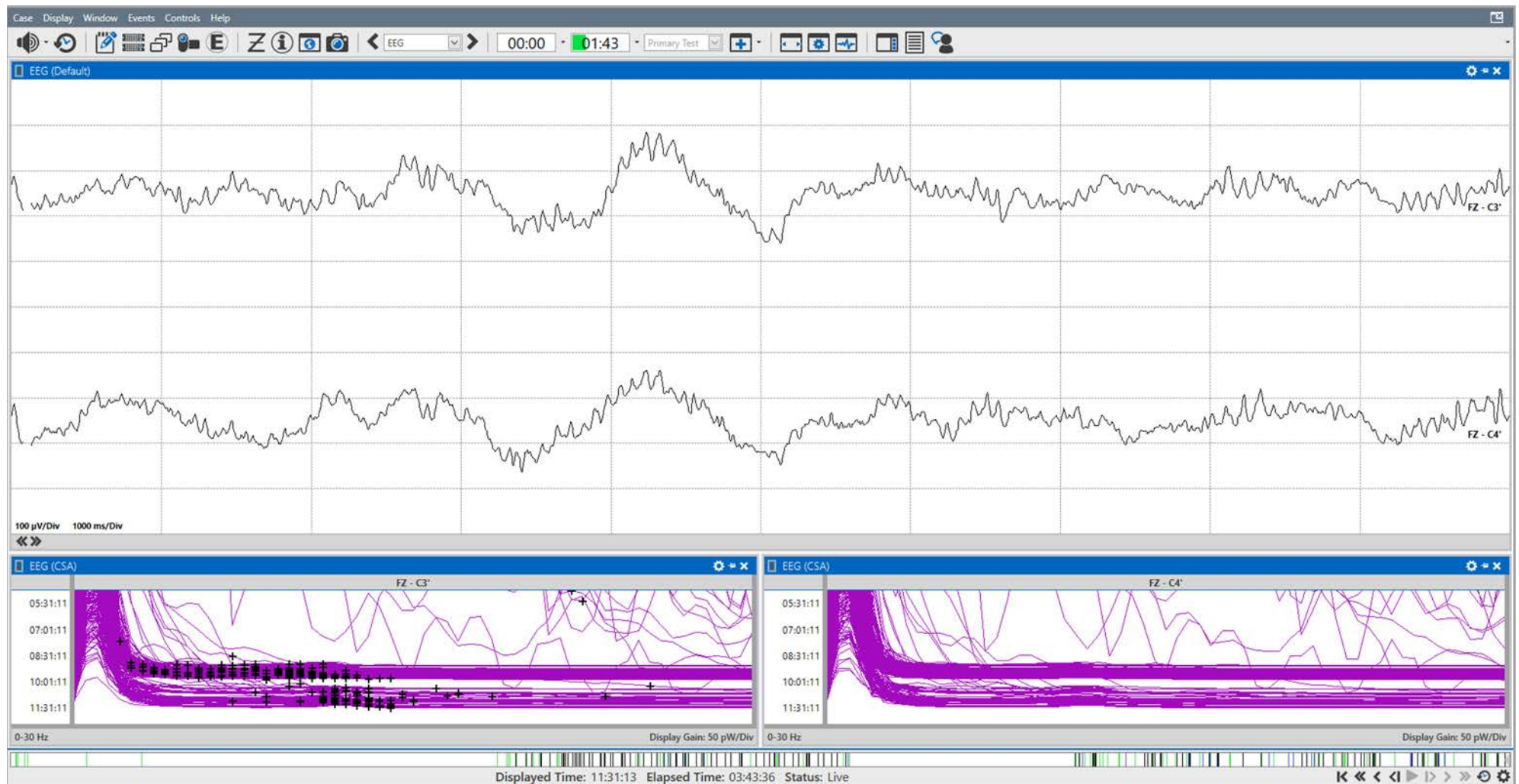
Potentiels évoqués moteurs en mode cascade



Électromyographie spontanée aux minf



Électroencéphalographie pour profondeur d'anesthésie



IONM = chx guidée fonctionnellement vs imagerie (Neuronavigation , Imris ...)

- Elargissement indications chirurgicales : ORL (chirurgie de la thyroïde et monitoring du nerf récurrent laryngé et br. ext .nerf laryngé supérieur), neurochirurgie (exérèse: monitoring des nerfs crâniens...) mapping : chirurgie de l'épilepsie, chirurgie vasculaire (endartériectomie carotide, chx aorte (clampage) , chx viscérale (préservation fonctionnelle : sphincter anal, vessie, erectile...)..etc
- Chirurgie minimalement invasive : limitation de l'exposition anatomique des structures opérées



IONM : Situations particulières, Contre-indications ...

Pace maker
implant cochléaire
stimulateur nerf vague
âge ≤ 2 ans
volet crânien
Bloc scalp

RCR ...choc/défibrillation

Complications IONM : *Rares

- Sécurité électrique (ex.: retour de cautère)
- Possibles brûlures cutanées (voir photo)
- Possible morsure de la langue (*utilisation d'un "bite block"*), du tube endotrachéal
- Possible convulsion en stimulation corticale directe, surtout chez patient éveillé
- Fibrillation Ventriculaire accidentelle (0,2%)
- Arythmie cardiaque transitoire (0,03%)

Anecdotique

sd de compartiment, après stimulation répétée (ex tibial et peroné)

hémorragie, hématome, infection, trauma local (oeil, pneumothorax ...)



Allez sur **wooclap.com** et utilisez le code **STSFDJ**



Et maintenant, comment vous sentiriez-vous si vous deviez prendre en charge un patient pour une chirurgie nécessitant du neuro-monitoring intra -opératoire ?

Copier le lien de participation



Cliquez sur l'écran projeté pour lancer la question



wooclap



115%



0





Pour aller plus loin...

Handbook of clinical neurology vol 184 (3rd ed.)“Intraoperative neuromonitoring”-2022 MR Nuwer, DB MacDonald <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819826-1.00011-9>

Recommandations of the international society of neuromonitoring for intra-operative somatosensory evoked potentials Clin Neurophysiol 130 (2019) 161-79

Monitoring the nervous system for anesthesiologists and other health care professionals Koht, Sloan, Toleikis -third ed. Springer (2023)

Intra operative neuromonitoring : fundamentals, possibilities, limitations J Zentner et al. Springer 2024 <https://doi.org/10.1007/978-3-031-46125-5>

“The future of intraoperative neuromonitoring (IONM) in spinal surgery” Wilent et al. north american spine surgery journal NASSJ 24(2025)100777 <https://doi.org/10.1016/j.xnsj.2025.100777>