

## **Annexe 3**

### **Catalogue des objectifs d'apprentissage pour la formation postgraduée en vue de l'obtention du titre de spécialiste en neurochirurgie**

---

- I. Junior Level (jusqu'à la fin de la 3<sup>ème</sup> année de formation postgraduée)
    - A. Objectifs des connaissances théoriques
    - B. Objectifs des connaissances pratiques
  - II. Senior Level (jusqu'à la fin de la 6<sup>ème</sup> année de formation postgraduée)
    - A. Objectifs des connaissances théoriques
    - B. Objectifs des connaissances pratiques
  - III. Quelques références pour atteindre les objectifs fixés
- 

## **I. Junior Level (jusqu'à la fin de la 3<sup>ème</sup> année de formation postgraduée)**

### **A. OBJECTIFS DES CONNAISSANCES THEORIQUES DU JUNIOR LEVEL**

#### **1. CONNAISSANCES DE BASE**

1. Connaître de façon détaillée l'anatomie (inclus l'anatomie fonctionnelle) et la physiologie de: l'encéphale (cerveau, cervelet, tronc cérébral), le système ventriculaire, la production et circulation du liquide céphalo-rachidien, la moelle épinière, le cône médullaire, la queue de cheval, les nerfs crâniens, les racines nerveuses, les méninges, les os du crâne (inclus les sutures et leurs jonctions), la jonction crano-vertébrale, le canal rachidien, la colonne vertébrale, la vascularisation artérielle et veineuse des structures mentionnées ci-dessus et les structures anatomiques des autres parties du corps importantes pour les abords neurochirurgicaux.
2. Connaître de façon détaillée l'innervation sensitive et motrice du corps, particulièrement l'innervation des muscles et la physiologie des muscles.
3. Connaître de façon détaillée la fonction hypothalamo-hypophysaire, inclus les conséquences endocrinologiques lors de dysfonction.
4. Connaître les bases du développement embryologique de: l'encéphale (cerveau, cervelet, tronc cérébral), de la moelle épinière, du cône médullaire, de la queue de cheval, du crâne, de la jonction crano-vertébrale, du canal rachidien et de la colonne vertébrale.
5. Connaître les bases de l'anatomie en relation avec les neuropathies d'enclavement les plus fréquentes des nerfs périphériques: syndrome du canal carpien, compression du nerf cubital au coude, le nerf cutané latéral fémoral, le nerf sciatique poplitée externe.
6. Connaître les bases des principes anatomo-physiologiques du système nerveux central, périphérique et autonome.
7. Connaître les bases de neuropharmacologie, des principes de la neurotransmission électrochimique et des méthodes d'investigation neurophysiologiques (ENG, EMG, potentiels évoqués (dont

l'onde D des PEM), EEG, examens de l'acuité et du champ visuel, examens otoneurologiques) et leurs indications.

8. Définir le délire et la démence. Enumérer les diagnostics différentiels des deux syndromes.
9. Enumérer les diagnostics différentiels du coma et des altérations de la conscience.
10. Décrire les diagnostics de syncope.
11. Décrire les effets aigus et chroniques d'un rayonnement ionisant sur le système nerveux central.
12. Décrire le diagnostic et le traitement d'une pseudotumeur cérébrale.
13. Connaître l'anencéphalie, la microcéphalie, la mégalencéphalie et l'agénésie du corps calleux.
14. Connaître l'étiologie et la présentation clinique, le diagnostic, la prise en charge et le pronostic du syndrome de Guillain-Barré.
15. Définir le tremblement bénin essentiel.
16. Connaître la physiopathologie, la présentation clinique, le diagnostic, la prise en charge et le pronostic de la maladie de Parkinson.
17. Décrire la physiopathologie, la présentation clinique, le diagnostic, la prise en charge et le pronostic de la myasthénie grave juvénile et de l'adulte.
18. Connaître la polymyosite.
19. Connaître l'épidémiologie, la physiopathologie, la présentation clinique, le diagnostic, la prise en charge et le pronostic de la sclérose en plaques.
20. Décrire la physiopathologie, la présentation clinique, le diagnostic, la prise en charge et le pronostic des migraines.
21. Connaître le diagnostic et la prise en charge des céphalées autres que la migraine.
22. Décrire la physiopathologie, la présentation clinique, le diagnostic, la prise en charge et le pronostic des épilepsies habituelles en détail.
23. Définir l'état de mal épileptique et en connaître la prise en charge médicale.
24. Décrire les conséquences neurologiques de l'alcoolisme.

## 2. CONNAISSANCES NEUROVASCULAIRES

1. Décrire les syndromes classiques lors d'occlusions vasculaires: artère carotide interne, artère cérébrale moyenne, artère cérébrale antérieure, artère récurrente de Heubner, artère choroïdienne antérieure, autres artères perforantes, artère vertébrale, PICA, tronc basilaire inférieur et supérieur.
2. Connaître le concept et les rapports de/entre: la perfusion cérébrale, l'autorégulation cérébrale, la neuroprotection, le seuil et la zone de pénombre de l'ischémie, la pression intra crânienne, la pression de perfusion cérébrale.
3. Connaître les causes habituelles, l'épidémiologie, la physiopathologie et les investigations à mener dans les cas suivants: embolie cardiaque, embolie artérielle, occlusion d'un gros vaisseau, occlusion vasculaire intra crânienne, artériopathie des petits vaisseaux, infarctus veineux.
4. Connaître les causes habituelles, l'épidémiologie, la pathophysiologie et les investigations à mener lors d'accident hémorragique (inclus spinal) dans les cas suivants: hypertension artérielle, malformations vasculaires, thromboses veineuses, autres vasculopathies, troubles de la coagulation, infarctus hémorragique.
5. Interpréter les hémorragies et les ischémies sur une TDM et une IRM et identifier le substrat anatomique le plus probable.
6. Reconnaître les pathologies habituelles sur une TDM: infarctus ischémique, infarctus veineux, hydrocéphalie, kystes, tumeurs, œdème cérébral, infections, anomalies congénitales.
7. Reconnaître les pathologies habituelles sur une IRM: infarctus ischémique, infarctus veineux, hydrocéphalie, kystes, tumeurs, œdème cérébral, occlusions vasculaires, infections, anomalies congénitales.

8. Décrire et appliquer les principes de contrôle des fluides et électrolytes et de la physiologie pulmonaire, cardiaque et d'alimentation en rapport avec des patients ayant subi une attaque cérébrale ischémique ou hémorragique.
9. Détecter à nouveau l'évolution typique et les complications après une attaque cérébrale ischémique ou hémorragique (œdème, vasospasme, nouveau saignement).
10. Lister les complications potentielles après injection d'un produit de contraste intraveineux et leur prise en charge.
11. Identifier les artères et veines cérébrales importantes sur une angiographie et reconnaître les anévrismes.
12. Connaître les périodes de vulnérabilité augmentée lors de complications systémiques: thrombose veineuse profonde, embolie pulmonaire, pneumonie, broncho aspiration, insuffisance cardiaque.
13. Vasospasme après hémorragie sous arachnoïdienne: expliquer les principes de l'augmentation du débit sanguin cérébral; connaître la spécificité et la sensibilité des examens diagnostiques, inclus les analyses de LCR.
14. Décrire le syndrome de Terson, ses conséquences possibles et leur traitement.
15. Lister les indications et risques lors de cathétérisme pour angiographie cérébrale, interpréter les résultats de maladies vasculaires ischémiques et hémorragiques. Identifier les segments principaux de l'artère carotide interne dans son parcours entier.
16. Décrire l'anatomie chirurgicale et les principes de l'exposition du trajet cervical de l'artère carotide.
17. Décrire les principes, l'anatomie chirurgicale et la procédure pratique de la craniotomie ptériale et de ses variations minimalement invasives.
18. Expliquer les principes de la chirurgie cérébro-vasculaire (comme décrite jusqu'à présent) pour des présentations aux étudiants en médecine et au personnel de soins.

### **3. CONNAISSANCES DES PATHOLOGIES TUMORALES INTRACRANIENNES**

1. Différencier, définir et décrire la présentation clinique, la pathogenèse, la localisation, l'épidémiologie, l'aspect radiologique, les caractéristiques neuropathologiques (inclus la pathologie moléculaire) et les propriétés des tumeurs intracrâniennes correspondant à la nouvelle classification de l'OMS: tumeurs neuroépithéliales, tumeurs méningées, tumeurs des nerfs périphériques, tumeurs des cellules germinales, tumeurs de la région sellaire (inclus l'hypothalamus), lymphomes primitifs du système nerveux central et tumeurs hématopoïétiques, métastases intracrâniennes des tumeurs les plus fréquentes.
2. Différencier, définir et décrire les infections intracrâniennes (bactériennes, granulomateuses, virales, abcès, empyème) et leurs causes et les sources les plus fréquentes.
3. Différencier, définir et décrire les lésions intracrâniennes kystiques tumorales et pseudotumorales.
4. Décrire les mécanismes pathogénétiques, génétiques moléculaires et les facteurs pronostics et prédictifs ainsi que les concepts de la progression tumorale maligne lors de gliomes diffus.
5. Décrire les différentes tumeurs de l'angle ponto-cérébelleux et leurs caractéristiques de différenciation.
6. Décrire le diagnostic différentiel, la présentation clinique et les endocrinopathies associées lors de tumeurs hypophysaires.
7. Décrire les mécanismes pathogénétiques, la génétique moléculaire et les facteurs pronostics et prédictifs lors de médulloblastome.
8. Décrire les caractéristiques spécifiques des crâniopharyngiomes par rapport à leur localisation et les difficultés spécifiques de leur thérapie.
9. Décrire le diagnostic différentiel et les caractéristiques principales des tumeurs de la région pinéale.

10. Enumérer les tumeurs et lésions pseudotumorales de la base du crâne et de la convexité, y compris la dysplasie fibreuse, l'esthésioneuroblastome, le chordome, le chondrosarcome, le mucocèle, le granulome éosinophile...).
11. Enumérer les examens standards histochimiques, immunohistochimiques et pathomoléculaires pour évaluer un prélèvement de LCR, y compris les techniques disponibles pour l'examen morphologique ainsi que leur utilité.
12. Décrire les caractéristiques histopathologiques et macroscopiques ainsi que les bases génétiques des maladies/syndromes suivants: neurofibromatose de type 1, neurofibromatose de type 2, maladie de von Hippel-Lindau, la sclérose tubéreuse, le syndrome de Cowden, le syndrome de Turcot, le syndrome de Li-Fraumeni.
13. Décrire les caractéristiques principales des lésions suivantes de l'orbite: gliome optique, méningiome intra orbitaire, lymphome oculo-orbitaire et pseudotumeurs, cavernome, métastase de l'orbite.
14. Expliquer le rôle de la chirurgie, de la thérapie médicale et de la radiothérapie selon le type de tumeur pour toutes les tumeurs et les entités pseudotumorales mentionnées ci-dessus, inclus les abcès.
15. Décrire le syndrome de l'apoplexie hypophysaire et sa prise en charge thérapeutique.
16. Décrire le syndrome d'hypertension intracrânienne de la fosse postérieure et sa prise en charge thérapeutique.
17. Décrire les principes et possibilités du contrôle de l'hypertension intracrânienne lors de lésions expansives intracrâniennes, en pré- et péri- opératoire.
18. Enumérer les principes généraux de la stéréotaxie et la différence entre les systèmes de localisation avec ou sans cadre.

#### **4. CONNAISSANCES SPINALES**

1. Résumer les signes, symptômes et la physiopathologie des syndromes fréquents des maladies spinales dégénératives: la radiculopathie, la myélopathie, la claudication neurogène.
2. Identifier les syndromes fréquents après lésion médullaire: section de moelle, lésions antérieure ou postérieure de la moelle, syndrome de Brown-Sequard, syndrome centro-médullaire et syringomyélie, syndrome du cône terminal, syndrome de la queue de cheval.
3. Lister les diagnostics différentiels lors de douleurs cervicales, dorsales et lombaires et leurs red flags correspondants.
4. Présenter les indications pour une discotomie cervicale, dorsale et lombaire.
5. Décrire les syndromes médullaires non chirurgicaux (par exemple la SLA, la SEP...).
6. Résumer les types habituels de tumeurs spinales: intradurales intramédullaires, intradurales extramédullaires, extradurales extramédullaires.
7. Décrire les constatations radiologiques après les traumatismes habituels de la jonction cranio-cervicale: fractures des condyles occipitaux, dislocation atlanto-axiale, fractures de Jefferson, fractures isolées de l'arc postérieur de l'atlas, fractures de l'odontoïde, fractures du corps de l'axis, fracture de Hangman, dislocations facettaires de l'atlas et de l'axis, dislocation rotatoire atlanto-axiale.
8. Faire la différence entre un os odontoïde orthotopique et dystrophique.
9. Décrire la biomécanique de la jonction cranio-cervicale, des segments rachidiens cervicaux, thoraco-lombaires et lombaires.
10. Décrire et définir l'instabilité rachidienne sur la base des principes de Panjabi, White et d'autres auteurs, entre autres le concept des trois sous-systèmes.

11. Décrire les anomalies et pathologies habituelles de la jonction crano-cervicale. Identifier les anomalies congénitales rachidiennes habituelles sur des radiographies, TDM et IRM.
12. Identifier et classer les lésions traumatiques rachidiennes usuelles sur des radiographies et des TDM: fracture vertébrale, lésions facettaires et luxations, fractures de l'arc postérieur, fracture des processus transverses, luxation et subluxation vertébrale.
13. Identifier les anomalies dégénératives courantes sur des radiographies, TDM et IRM.
14. Lister les indications pour réaliser une TDM et une IRM en cas de traumatisme rachidien.
15. Décrire les résultats d'une TDM dans le contexte des lésions rachidiennes traumatiques précédemment listées.
16. Décrire les résultats IRM lors de: lésions ligamentaires, hernie discale traumatique, contusion médullaire, hématome épidual rachidien.
17. Identifier les pathologies dégénératives rachidiennes habituelles sur l'IRM: discopathie, hernie discale, rétrécissement canalaire dégénératif, arthrose zygapophysaire, ostéophytose, sténose foraminale, spondylolisthésis dégénératif et sa classification, scoliose dégénérative, ossification du ligament commun postérieur.
18. Identifier les tumeurs rachidiennes et de la moelle épinière sur une TDM et une IRM.
19. Lister les indications pour une myélographie rachidienne.
20. Discuter les indications d'une angiographie rachidienne.
21. Décrire la prise en charge initiale après un traumatisme: immobilisation, traction, réduction, imagerie et traitement médical.
22. Classifier les fractures et les luxations: jonction C0-C1, rachis cervical, dorsal, lombaire et sacrum.
23. Décrire le mécanisme lésionnel et les critères de stabilité de la lésion.
24. Décrire de façon résumée les indications pour une prise en charge chirurgicale des fractures vertébrales.
25. Décrire l'anatomie et la biomécanique des articulations zygapophysaires.
26. Décrire les principes de l'équilibre sagittal (sagittal balance), y compris les paramètres mesurables et les mécanismes de compensation.
27. Décrire les éléments macro- et micro-pathologiques des pathologies rachidiennes suivantes: hernie discale, chondrocalcinose, dépôt de pyrophosphate y compris avec participation du ligament jaune (ligamentum flavum), calcinose, hémangiome, chordome, granulome éosinophile, métastases y compris épidurales, plasmocytome et myélome, lymphome, tumeurs osseuses primitives, ostéomyélite y compris tuberculose, origines fongiques.
28. Discuter les indications et les techniques de discographie. Décrire l'intervention.
29. Décrire les indications pour la vertébroplastie percutanée. Décrire l'intervention.

## **5. CONNAISSANCES DES TRAUMATISMES ET DES SOINS INTENSIFS**

1. Décrire l'évaluation systématique des patients polytraumatisés d'après ATLS (Advanced Trauma Life Support).
2. Classifier les priorités dans la prise en charge des patients polytraumatisés.
3. Discuter les principes de réanimation pour les patients polytraumatisés.
4. Reconnaître les lésions traumatiques sur des radiographies: fractures (linéaires, imprimées, diastiques, ping-pong), pneumocéphale, corps étranger.
5. Reconnaître les lésions traumatiques sur une TDM: fractures crâniennes, pneumocéphale, hématome intracrânien (épidural, sous-dural aigu, sous-dural chronique, intraparenchymateux, intraventriculaire), contusions cérébrales, lésions axonales diffuses, hémorragie sous-arachnoïdienne, corps étrangers.
6. Reconnaître les lésions traumatiques sur une IRM: voir ci-dessus.

7. Nommer le premier choix pour l'administration de liquides intraveineuses pour un patient IPS qui vient d'être admis et expliquer les variations de ce choix en fonction des modifications spécifiques des électrolytes et des volumes.
8. Lister les mécanismes d'efficacité et les complications potentielles des antidépresseurs habituels et des médicaments hypotenseurs.
9. Présenter les indications, les mécanismes pharmacologiques, la durée d'action et les effets des sédatifs et des analgésiques et leur répercussion sur l'examen neurologique.
10. Présenter la pathophysiologie et le traitement des coagulopathies ainsi que ce même traitement après un traumatisme crânio-cérébral.
11. Expliquer les principes du traitement des crises épileptiques posttraumatiques.
12. Expliquer les principes du traitement intensif des patients souffrant de lésions de la moelle épinière.
13. Présenter l'examen, le traitement et le pronostic d'une hémorragie sous-arachnoïdienne spontanée et traumatique.
14. Enumérer les principes de réadaptation pour les différents types de patients neurochirurgicaux.
15. Définir la mort cérébrale et décrire les méthodes appliquées pour établir ce diagnostic.

## **6. CONNAISSANCES DE LA STEREOTAXIE, DE LA NEURONAVIGATION ET DE LA NEURO-CHIRURGIE FONCTIONNELLE (Y COMPRIS LES DOULEURS)**

1. Présenter les particularités de la fixation d'un cadre stéréotaxique ou d'un système stéréotaxique sans cadre en relation avec la localisation et la procédure déterminées d'après l'objectif, le genre d'intervention (biopsie, craniotomie, neurochirurgie fonctionnelle, radiochirurgie).
2. Définir les symptômes suivants et savoir les distinguer: tremblement, rigidité, dystonie, chorée, athétose.
3. Décrire la pathophysiologie de la maladie de Parkinson et du tremblement cérébelleux.
4. Expliquer les symptômes influencés par une thalamotomie ventrolatérale et par la stimulation du globus pallidus internus ou du nucleus subthalamicus.
5. Discuter les avantages/inconvénients de la biopsie stéréotaxique et les comparer avec des biopsies à ciel ouvert.
6. Présenter les diagnostics différentiels d'une lésion expansive intracrânienne prenant le contraste en périphérie.
7. Définir les différents types de crises épileptiques (partielle, partielle-complexe, généralisée...).
8. Définir l'épilepsie réfractaire.
9. Décrire l'anatomie superficielle et profonde de la portion mésiale du lobe temporal.
10. Identifier les indications à un examen pré opératoire de l'épilepsie.
11. Décrire les différents examens préopératoires de l'épilepsie.
12. Définir la brachythérapie (curiethérapie).
13. Définir la radiochirurgie stéréotaxique.
14. Expliquer les différences entre la radiochirurgie et la radiothérapie.
15. Lister les indications potentielles pour une radiochirurgie stéréotaxique.
16. Enumérer les complications connues survenant après une radiochirurgie.
17. Comparer les avantages et inconvénients des craniotomies stéréotaxiques avec ou sans cadre à ceux des craniotomies non stéréotaxiques.
18. Différencier les syndromes de la douleur: aiguë, chronique, nociceptrice, neuropathique (y compris syndrome douloureux régional chronique), myofasciale, oncologique, postopératoire.
19. Décrire les facteurs psychosociaux qui influencent le syndrome douloureux et le rôle des interventions thérapeutiques comportementales dans la lutte contre la douleur.

20. Décrire les méthodes d'évaluation des résultats (outcome assessment) après un traitement contre la douleur et décrire les instruments d'évaluation.
21. Nommer et distinguer les classes de médicaments contre-douleur les plus importantes: opioïdes, antiinflammatoires non stéroïdiens et acétaminophènes, antidépresseurs, anticonvulsifs ainsi que les schémas d'application selon l'OMS.
22. Nommer les effets secondaires importants et les interactions de ces médicaments.
23. Décrire la pharmacologie et les anesthésiques locaux (lidocaïne, procaïne, tétracaïne, bubivacaïne) et l'utilisation de l'épinéphrine avec des anesthésiques locaux.
24. Présenter les indications pour des thermo- ou des cryo-rhizotomies des articulations facettaires.
25. Décrire le syndrome et le diagnostic différentiel de la névralgie du trijumeau ainsi que la prise en charge médicamenteuse et chirurgicale et les possibles complications postopératoires.
26. Identifier les indications primaires pour la stimulation médullaire, la stimulation des nerfs périphériques et la perfusion médicamenteuse intra-spinale (épidurale, intrathécale).
27. Reconnaître les complications consécutives à l'implantation de générateurs d'impulsion et de pompes à perfusion.

## **7. CONNAISSANCES DE L'HYDROCEPHALIE ET DE LA NEUROCHIRURGIE PEDIATRIQUE**

1. Lister les maladies congénitales neurochirurgicales suivantes, en décrire le spectre, la pathophysiologie, la prise en charge diagnostique et thérapeutique ainsi que le pronostic: myéломéningocèle et ses variantes, méningocèle, encéphalocèle, malformations de Chiari, dysraphies spinales occultes, diastématomyélie (split cord), anomalies de segmentation, syndrome cranio-facial et phacomatoses.
2. Lister les origines de l'hydrocéphalie avec l'incidence correspondante et les critères diagnostiques.
3. Expliquer et différencier les collections de liquides nécessitant un traitement et celles qui n'en ont pas besoin.
4. Enumérer les options thérapeutiques pour l'hydrocéphalie.
5. Distinguer entre les options thérapeutiques en cas de liquide normal et liquide contaminé (infection, sang) lors d'hydrocéphalie.
6. Lister, lors d'hydrocéphalie, les complications en association avec chaque option thérapeutique, le diagnostic et le traitement.
7. Différencier entre l'hydrocéphalie à pression normale et à pression élevée.
8. Décrire la présentation clinique et les outils diagnostique chez les patients soupçonnés de dysfonctionnement de valve.
9. Lister les maladies non chirurgicales qui peuvent être diagnostiquées de manière erronée en tant qu'hydrocéphalie et qui ne nécessitent aucune intervention chirurgicale.
10. Présenter les organismes fréquemment en cause lors d'une infection de shunt.
11. Décrire les plans thérapeutiques alternatifs lors d'une infection shunt.
12. Lister les facteurs de risque et les risques pour une infection de shunt ainsi que le protocole diagnostique adéquat correspondant pour diagnostiquer une infection de shunt.
13. Lister les différences entre les tumeurs pédiatriques et adultes et décrire les types tumoraux évolutifs ainsi que leur localisation lors du vieillissement.
14. Lister les types tumoraux fréquents chez les enfants avec la localisation correspondante, l'épidémiologie, la présentation clinique, la thérapie et le pronostic.
15. Comparer le rôle de la biopsie, de la résection subtotal et la résection totale.
16. Discuter le juste moment et l'indication pour une intervention chirurgicale en cas d'infection du système nerveux central lors d'un shunt ou en son absence.

17. Décrire les lésions et maladies associées à l'épilepsie, qui pourraient et devraient être traitées de façon chirurgicale.
18. Décrire les alternatives thérapeutiques chirurgicales et non chirurgicales pour diminuer la spasticité.
19. Lister les types d'attaque épileptique selon la classification en vigueur pour l'épilepsie.
20. Lister les autres causes d'hémorragies intracrâniennes non traumatiques et les maladies neurovasculaires spécifiques aux enfants.
21. Décrire les localisations et types les plus fréquents de l'anévrisme chez les enfants.
22. Lister la présentation possible des anévrismes de la veine de Galien, leur diagnostic et traitement.
23. Décrire l'échelle (score) de Glasgow adaptée aux enfants.
24. Discuter la prise en charge des fractures par compression, ouvertes ou fermées.
25. Discuter le rôle du monitoring invasif après un traumatisme cranio-cérébral fermé.

## **8. CONNAISSANCES DES NERFS PERIPHERIQUES**

1. Présenter la réponse pathophysiologique après une lésion nerveuse: compression, ischémie, métabolisme, contusion, élongation.
2. Présenter la régénération nerveuse: arborisation (sprouting), facteurs de croissance, rapidité de croissance, remyélinisation.
3. Définir un neurone: axonal sensitif, mécanique sensitif.
4. Définir l'importance pathophysiologique et clinique du signe de Tinel.
5. Décrire les symptômes et les signes des lésions nerveuses typiques: syndrome d'enclavement, élongations, lacérations, contusions, injections.
6. Différencier les symptômes et signes d'atteinte des neuromoteurs supérieurs et inférieurs: définition anatomique, degré d'atrophie, répartition des faiblesses, modifications des réflexes, récupération potentielle.
7. Décrire la classification des lésions nerveuses, p.ex. la classification de Sunderland.
8. Décrire l'échelle de gradation de la force.
9. Décrire les symptômes et signes des syndromes d'enclavement fréquents: tunnel carpien, tunnel ulnaire, nerf cutané fémoral/latéral, neuropathie du nerf fibulaire.
10. Décrire les modifications EMG et ENG lors de syndromes d'enclavement.
11. Définir la coaptation, la neurorrhaphie, la neurotisation, le transfert nerveux.
12. Distinguer entre les nerfs périphériques et les nerfs cérébraux: histologie, réparation, zone d'entrée.
13. Décrire la régénération nerveuse: spécificité, arborisation (sprouting).
14. Présenter les différents modèles de lésions: élongation, avulsion, lésion directe par rapport à la définition, étiologie, constats, électrophysiologie, traitement non chirurgical, indications pour un acte chirurgical, constats intra-chirurgicaux, pronostic.
15. Décrire la localisation anatomique et les syndromes d'enclavement habituels.
16. Présenter les diagnostics différentiels.
17. Discuter les neuropathies d'enclavement inhabituelles: canal de Guyon, nerf supra-scapulaire, tunnel radial, nerf médian à l'avant-bras, tunnel tarsien, syndrome du piriforme.
18. Parler des brûlures et des lésions électriques touchant des nerfs.
19. Classifier les tumeurs nerveuses périphériques (y compris NF1, NF2).
20. Présenter le juste moment pour la chirurgie neurale périphérique: en cas de lacération, traumatisme fermé, lésion iatrogène, injection.
21. Discuter le pronostic en chirurgie du plexus brachial: récupération mécanique versus sensitive, fonctionnelle.

22. Parler des tensions présentes à l'emplacement de l'anastomose nerveuse.
23. Enumérer les techniques de suture nerveuse: coaptation directe, transplantation de cellules nerveuses, anastomose épineurale, anastomose fasciculaire.
24. Décrire l'évaluation neurale intra-chirurgicale: vision, palpations, neurolyse interne, canal neural, biopsie.

## 9. CONNAISSANCES DE LA BIOSTATISTIQUE ET DE LA RECHERCHE, EVALUATION D'ETUDES CLINIQUES

1. Connaître les éléments les plus importants de la statistique descriptive et analytique ainsi que les possibilités de les représenter à l'aide de graphiques.
2. Décrire et lister les différents types d'étude (études de cas, études de cohortes, études rétrospectives, prospectives, randomisées...), leurs caractéristiques, leurs points forts et leurs points faibles.
3. Connaître la classification de l'évidence scientifique (*evidence based medicine*) concernant les études scientifiques et les directives thérapeutiques.

## B. OBJECTIFS DES CONNAISSANCES PRATIQUES DU JUNIOR LEVEL

### 1. CONNAISSANCES DE BASE

1. Informer les patients de l'intervention chirurgicale qu'ils vont subir au moyen de toutes les radiographies et clichés les concernant.
2. Identifier dans le cadre intra-opératoire les éléments suivants: *a. occipitalis, a. temporalis superficialis, m. frontalis, m. temporalis, pterion, inion, asterion*, la suture coronale, la suture sagittale, *a. meningea media, sinus sagittalis, sinus transversus, foramen rotundum, foramen ovale, foramen spinosum, fissura orbitalis superior, foramen jugulare, meatus acusticus internus, sinus sigmoides, incisura tentorii*, chaque nerf cérébral, chaque artère et veine cérébrale nommée, les composants du tronc cérébral, les structures nommées du plancher du 4<sup>e</sup> ventricule, *foramina magendi* et les trous de Luschka, pédoncule cérébral, les différentes parties du cervelet (*cerebellum*), *pedunculus cerebri*, les circonvolutions cérébrales, les lobes du cerveau, *fissura sylvii, sulcus centralis*.
3. Identifier dans le cadre intra-opératoire les structures visibles des ventricules latéraux: foramen de Monroe, fornix, nucleus caudatus, thalamus, fissura choroidalis, veines nommées, glomus du *plexus choroideus*, hippocampe.
4. Identifier dans le cadre intra-opératoire les différentes parties de la colonne vertébrales, la moelle épinière et les racines nerveuses: processus spinosus, lamina, ligaments (intraspinosus, ligamentum flavum, ligament longitudinal antérieur et postérieur), articulation facettaire supérieure et inférieure, pédoncules, pars interarticularis, articulation unco-vertébrale, foramen neural et racines nerveuses, ganglion radicaire, compartiment discal, artère vertébrale, columna dorsalis et lateralis de la moelle épinière, racines (radices) antérieures et postérieures intradurales de la moelle épinière.
5. Collaborer en tant qu'assistant à la pose d'électrodes pour le monitoring électrophysiologique intra-opératoire (EMG, MEP, SEP, AEP).
6. Collaborer en tant qu'assistant au monitoring électrophysiologique intra-opératoire (EMG, MEP, SEP, AEP, stimulation corticale/sous-corticale).
7. Effectuer des ponctions lombaires, placer des drainages lombaires pour préparer l'opération et/ou pour prévenir les fistules remplies de liquide.

## 2. CONNAISSANCES NEUROVASCULAIRES

1. Examiner et évaluer correctement les attaques ischémiques et hémorragiques.
2. Evaluer correctement le degré d'urgence et les priorités lors d'une attaque ischémique et hémorragique concernant un cas précis.
3. Capacité à interpréter correctement les clichés de coupes et les angiographies carotidiennes et vertébrales lors d'une attaque ischémique et hémorragique concernant un cas précis.
4. Capacité à traiter les problèmes/complications cardiaques et pulmonaires lors de maladies cérébrovasculaires, y compris reconnaître la nécessité de faire appel à des spécialistes dans un cas précis.
5. Appliquer les principes de la prise en charge péri-opératoires après des interventions endovasculaires et chirurgicales habituelles lors de maladies cérébrovasculaires.
6. Interpréter et réagir correctement aux modifications de l'état d'un patient lors de changements de paramètres systémiques et neurologiques.
7. Appliquer les protocoles thérapeutiques pour la prise en charge périopératoire.
8. Pratiquer: Doppler et examens par ultrasons 2D dans le cadre intra-opératoire.
9. Effectuer un examen Doppler transcrânien en vue d'un diagnostic de vasospasme.
10. Maîtriser l'ordonnance et la manipulation péri- et intraopératoire lors d'opérations neurovasculaires pilotées par fluorescence.
11. Prouver la capacité à détecter des modifications cliniques subtiles pendant la phase morbide aiguë et subaiguë.
12. Placer de manière adéquate une craniotomie pour évacuer un hématome au moyen de marqueurs topographiques et à l'aide de techniques de navigation stéréotaxique.
13. Collaborer en tant qu'assistant à l'ouverture, l'exposition et la fermeture d'interventions cervicales carotidiennes ou pour des accès cervicaux antérieurs.
14. Collaborer en tant qu'assistant à des craniotomies ptériorales ou à des variations de cet accès dans le cas de maladies vasculaires.
15. Collaborer à l'évacuation chirurgicale d'hématomes intracérébraux.

## 3. CONNAISSANCES INTRACRANIENNES

1. Etablir un diagnostic différentiel correct en fonction du cas pour les nécessités spatiales intracrâniennes et crâniennes les plus fréquentes, y compris les lésions pseudo-tumorales et lésions ne nécessitant pas de biopsie/d'opération le cas échéant.
2. Maîtriser toutes les positions du patient pour une craniotomie ou une craniectomie lors de tumeurs intracrâniennes ou de lésions pseudo-tumorales.
3. Maîtriser l'ordonnance et la manipulation péri- et intraopératoire lors d'opération tumorales pilotées par fluorescence.
4. Ouvrir et fermer de manière autonome chaque type d'incision du scalp.
5. Collaborer en tant qu'assistant à l'ouverture et la fermeture de craniotomies et de craniectomies pour des néoplasies de toutes sortes.
6. Effectuer des craniotomies et craniectomies simples sur la convexité crânienne.
7. Réaliser des ventriculostomies.

#### **4. CONNAISSANCES SPINALES**

1. Evaluer correctement un cas clinique et évaluer les examens radiologiques (Rx, CT, IRM, myélographie) et électrophysiologiques (EMG, ENG, MEP, SEP) pour chaque type de maladies spinales ou de lésions traumatiques.
2. Poser correctement l'indication concernant un cas précis pour l'opération des maladies spinales les plus fréquentes/lésions traumatiques.
3. Evaluer correctement la stabilité rachidienne d'un cas précis lors de maladies spinales les plus fréquentes / lésions traumatiques.
4. Décrire correctement les mesures et prescriptions pré- péri- et postopératoires, y compris l'incapacité de travail et l'indication pour la réadaptation postopératoire ambulatoire ou hospitalière concernant un cas précis.
5. Préparer pour chaque type d'intervention spinale d'un cas précis: positionnement (y compris localisation supérieure et/ou navigation), évitement des endroits de compression, indication pour un monitoring électrophysiologique intraopératoire, indication pour des cathéters artériels, centro-veineux ainsi que pour des cathéters des voies urinaires, des moyens auxiliaires anti-embolie et anti-thrombose.
6. Collaborer en tant qu'assistant à la pose d'un halo crânien, avec l'indication pour l'adapter et l'ôter.
7. Capacité à placer la bride à trois points dite de Mayfield et d'autres systèmes pour maintenir la tête.
8. Capacité à prélever des os autologues (p.ex. calvarium, côte, péroné, crête du bassin).
9. Exposition dorsale des processi spinosi, des laminae, des articulations facettaires dans le rachis cervical, thoracique et lombaire.
10. Capacité à fermer des accès rachidiens dorsaux, ventraux et latéraux.
11. Capacité à effectuer une laminectomie lombaire de décompression pour une sténose du canal spinal, sous surveillance.
12. Capacité à ôter une hernie discale lombaire par technique microchirurgicale, sous surveillance.

#### **5. CONNAISSANCES DES TRAUMATISMES ET DES SOINS INTENSIFS**

1. Appliquer les principes de l'*advanced trauma life support* (ATLS).
2. Capacité à interpréter correctement les examens radiographiques (Rx, TDM, IRM) de patients souffrant d'un traumatisme crânien, cérébral, rachidien et médullaire.
3. Positionner correctement les patients pour des interventions d'urgence et, selon le degré d'urgence, commencer éventuellement cette intervention jusqu'à l'arrivée du spécialiste.
4. Introduire des sondes pour mesurer la pression intracrânienne, y compris drainages ventriculaires.
5. Réaliser des trous de trépan pour évacuer les collections sous-durales.
6. Poser l'indication correcte pour une craniotomie d'urgence concernant un cas, p.ex. en tant qu'extension après réalisation de trous de trépan.
7. Collaborer à l'opération de lésions cranio-cérébrales traumatiques de toutes sortes.
8. Fermeture autonome du scalp après des craniotomies traumatiques de toutes sortes.

#### **6. CONNAISSANCES DE LA STEREOTAXIE, DE LA NEURONAVIGATION ET DE LA NEURO-CHIRURGIE FONCTIONNELLE (Y COMPRIS LES DOULEURS)**

1. Poser un cadre stéréotaxique et un casque de maintien invasif sous instruction.
2. Planifier et enregistrer un patient pour la neuronavigation.

3. Enlever de manière autonome le cadre stéréotaxique ou le casque de maintien de la tête.
4. Effectuer une biopsie stéréotaxique avec ou sans cadre stéréotaxique, sous surveillance.
5. Collaborer en tant qu'assistant à des interventions stéréotaxiques lors de troubles du mouvement (p.ex. stimulation cérébrale profonde).
6. Formuler et appliquer, dans un cas précis, des plans thérapeutiques lors de syndromes simples de la douleur (p.ex. douleur postopératoire aiguë, lombalgie aiguë).
7. Evaluer correctement un cas, poser un diagnostic différentiel, faire des examens et poser un diagnostic lors de névralgies du trijumeau, de neuropathie du trijumeau et de douleurs faciales atypiques.
8. Collaborer en tant qu'assistant à des interventions percutanées sur le nerf du trijumeau.
9. Collaborer en tant qu'assistant à l'exploration chirurgicale dans le cadre d'une décompression micro-chirurgicale ou d'une rhizotomie.
10. Sélection adéquate de patients pour des interventions augmentatives ou des ablations spinales en vue de réduire la douleur.
11. Localiser l'espace épidual spinal et poser une électrode percutanée, sous surveillance.
12. Collaborer en tant qu'assistant à l'implantation d'une électrode plate pour la stimulation médullaire.
13. Introduire un cathéter spinal pour l'administration de médicaments, sous surveillance.
14. Implanter une stimulation de la moelle épinière, sous surveillance.
15. Implanter une pompe antidouleur intrathécale, sous surveillance.
16. Evaluer les résultats d'examens électrodiagnostiques de nerfs périphériques (ENMG).

## **7. CONNAISSANCES DE L'HYDROCEPHALIE ET DE LA NEUROCHIRURGIE PEDIATRIQUE**

1. Effectuer une anamnèse complète et un examen neurologique physique de nouveau-nés, d'enfants en bas âge et d'enfants.
2. Interpréter les résultats d'examens cliniques, de laboratoire et de radiologie pour poser un diagnostic différentiel et évaluer des mesures d'urgence éventuelles.
3. Réaliser des ponctions lombaires chez des enfants.
4. Poser correctement l'indication et l'ordonnance d'examens lors de soupçons d'un mauvais fonctionnement du shunt dans un cas précis.
5. Effectuer une ponction du liquide du shunt.
6. Collaborer en tant qu'assistant à des opérations internes de dérivation de liquides (shunt/dérivation ventriculo-péritonéale, ventriculo-atriale, lombo-péritonéale).

## **8. CONNAISSANCES DES NERFS PERIPHERIQUES**

1. Localiser la lésion selon des critères cliniques.
2. Ordonner des tests adéquats pour déterminer la lésion: EMG, ENG, tests métaboliques, imagerie médicale.
3. Formuler un diagnostic différentiel pour les syndromes de compression.
4. Assister à des foraminotomies et à des expositions du ganglion dorsal.

## **9. CONNAISSANCES DE LA BIOSTATISTIQUE, RECHERCHE ET EVALUATION D'ETUDES CLINIQUES**

1. Faire des exposés dans des Journal-clubs et appliquer dans ce contexte les connaissances permettant d'évaluer les points forts et les points faibles d'études scientifiques.
2. Inscrire des données scientifiques dans des *case report forms* appropriés ou dans des banques/registres de données.
3. Examiner des patients pour des études cliniques.
4. Randomiser des patients pour des études cliniques.
5. Assister à la rédaction de protocoles scientifiques.
6. Proposer les tests statistiques d'évaluation adéquats pour une question spécifique.

## **II. Senior Level (jusqu'à la fin de la 6<sup>e</sup> année de formation postgraduée)**

### **A. OBJECTIFS DES CONNAISSANCES THEORIQUES DU SENIOR LEVEL**

#### **1. CONNAISSANCES DE BASE**

1. Comme le Junior Level, avec en plus les objectifs d'apprentissage fixés dans la RFP et le programme de formation postgraduée concernant la gestion autonome d'un cabinet médical et la communication, la connaissance des mesures de radioprotection, l'évaluation de la capacité de travail, la connaissance de la médecine palliative, de la loi sur les professions médicales (responsabilité civile, devoir d'informer...), l'économie de la santé, les directives principales de l'Académie suisse des sciences médicales (p.ex. diagnostic de la mort cérébrale...).

#### **2. CONNAISSANCES NEUROVASCULAIRES**

1. Maîtriser l'interprétation de l'imagerie en coupe et de l'angiographie dans le cadre du diagnostic et du traitement des maladies neurovasculaires occlusives et hémorragiques.
2. Connaître les options thérapeutiques ainsi que les avantages et inconvénients des traitements conservateurs, endovasculaires, chirurgicaux et médicamenteux pour les maladies neurovasculaires hémorragiques.
3. Maîtriser les indications ainsi que les avantages et inconvénients des mesures conservatrices, endovasculaires, chirurgicales, radiothérapeutiques et médicamenteuses chez les patients atteints de maladies neurovasculaires hémorragiques et, en particulier, de malformations neurovasculaires (anévrismes, malformations artério-veineuses, fistules durales, hémangiome caverneux).
4. Connaître les indications et les risques des mesures opératoires de revascularisation cérébrale (endarterectomie, bypass extra et intracrânien, stenting, lyse...).
5. Connaître les indications et les risques des procédures d'embolisation.

#### **3. CONNAITRE LES TUMEURS INTRACRANIENNES**

1. Décrire les concepts et le rôle de la chirurgie des gliomes ainsi que les techniques (résection pilotée par fluorescence, craniotomie chez des patients éveillés, mapping, monitoring), permettant d'atteindre une sécurité maximale dans la résection.
2. Résumer les limitations des thérapies actuelles pour les patients présentant des gliomes diffus.
3. Décrire les indications et tracer les accès à la base du crâne pour atteindre la fosse cérébrale antérieure, moyenne et postérieure, avec l'indication des marqueurs anatomiques les plus importants ainsi que les avantages et inconvénients de chaque procédure.
4. Décrire les principes généraux des mesures ciblées pour éviter des fistules de liquide selon la voie d'abord chirurgicale.
5. Décrire la procédure et l'indication pour tester l'occlusion de l'artère de la carotide au moyen d'un ballon.
6. Discuter les options chirurgicales et autres options thérapeutiques pour les patients atteints de récurrence tumorale de tout type.

7. Discuter le rôle et les limites du traitement chirurgical des tumeurs intra-axiales de la fosse crânienne postérieure (astrocytome cérébelleux, méduloblastome, épendymome, gliome du tronc cérébral) y compris le rôle du drainage ventriculaire/ventriculostomie.
8. Décrire les options thérapeutiques adjuvantes et les pronostics pour les entités tumorales de la fosse crânienne postérieure.
9. Lister les alternatives thérapeutiques et d'accès pour les schwannomes vestibulaires, les avantages et inconvénients en fonction de la présentation clinique et la grosseur/le stade de la tumeur.
10. Décrire les indications ainsi que les avantages et inconvénients de l'irradiation stéréotaxique (rayon gamma, accélérateur linéaire) pour les tumeurs intracrâniennes (y compris les tumeurs à la base du crâne).
11. Présenter les avantages théoriques de la brachythérapie par rapport à la radiothérapie externe.
12. Discuter le rapport dose-volume pour éviter les lésions consécutives à la radio-chirurgie stéréotaxique (RCS).
13. Décrire les sources d'erreurs potentielles lors de RCS.
14. Décrire les différents accès pour l'extirpation de crâniopharyngiome, avec indications des avantages et inconvénients ainsi que des alternatives thérapeutiques.
15. Décrire les concepts, les accès et les techniques pour le traitement de toutes les sortes de tumeurs primaires et récidivantes de l'hypophyse ainsi que les alternatives thérapeutiques médicales et radiothérapeutiques.
16. Lister les diagnostics différentiels des tumeurs orbitales, leur localisation habituelle dans l'orbite, les possibilités thérapeutiques médicales et chirurgicales les concernant et les accès chirurgicaux en cas d'indication.
17. Expliquer les examens et la prise en charge des patients souffrant d'abcès cérébraux (y compris le rôle de l'intervention stéréotaxique versus une intervention ouverte).

#### 4. CONNAISSANCES SPINALES

1. Décrire l'indication et l'efficacité des orthèses spinales ainsi que leur efficacité dans le cadre de l'immobilisation régionale.
2. Décrire les indications pour les accès antérieurs et postérieurs au rachis cervical, dorsal et lombaire lors d'hernies discales, de spondyloses et d'instabilité.
3. Connaître la prothétique des disques intervertébraux ainsi que l'indication correcte, leur pose et les résultats.
4. Discuter la biomécanique, les indications et les techniques pour un fixateur cervical antérieur et/ou postérieur.
5. Expliquer la biologie de la guérison osseuse après des fractures et des spondylodèses avec ou sans transplantation osseuse.
6. Décrire la pathophysiologie, le diagnostic radiologique et le traitement de l'ostéopénie ainsi que les implications sur la chirurgie rachidienne.
7. Décrire le diagnostic différentiel et le traitement de tumeurs spinales primaires, de tumeurs de la moelle épinière et de métastases, y compris l'indication pour la décompression dorsale et ventrale ainsi que la radiographie.
8. Discuter les principes thérapeutiques lors de lésions de la colonne vertébrale causées par une arme à feu et de lésions dues à d'autres objets pénétrants.
9. Discuter les options cliniques et thérapeutiques lors du syndrome de moelle attachée (*tethered cord*) et de syringomyélie chez l'adulte.
10. Connaître les principes thérapeutiques lors d'infections spontanées et postopératoires.

11. Connaître les principes thérapeutiques lors de fuite de liquides dans le cadre intra-opératoire et postopératoire.
12. Connaître le traitement chirurgical des lésions spinales intradurales congénitales, néoplasiques et vasculaires.
13. Décrire les indications pour l'angiographie et les méthodes thérapeutiques endovasculaires lors de maladies spinales.
14. Connaître les options thérapeutiques pour les cervicopathies dégénératives lors d'arthrite rhumatoïde. Décrire les facteurs qui se différencient du traitement des maladies dégénératives habituelles.
15. Décrire les options thérapeutiques pour la myélopathie cervicale lors d'ossification du ligament longitudinal postérieur, y compris la corpectomie cervicale antérieure multiétagée, ainsi que la fusion, la laminectomie, la laminoplastie et la thérapie non chirurgicale.
16. Lister les indications pour la spondylodèse cervicale antérieure.
17. Comparer l'accès transthoracique, transpédiculaire, costotransversal et latéral pour les hernies discales thoraciques, les tumeurs thoraciques et les traumatismes spinaux thoraciques.
18. Discuter les indications pour une fusion lombaire lors de malformations congénitales, de maladies iatrogènes et de maladies dégénératives, dans l'ordre d'efficacité.
19. Comparer et distinguer les indications pour une fusion intervertébrale antérieure et postérieure et pour une fusion intertransversaire lors de maladies lombaires dégénératives.
20. Préciser les alternatives thérapeutiques non chirurgicales et chirurgicales pour les fractures et dislocations de l'atlas et de l'axis.
21. Comparer et distinguer les indications pour un traitement non chirurgical, accès antérieurs et postérieurs pour le traitement des fractures et des dislocations des vertèbres cervicales subaxiales.
22. Décrire les indications pour la fixation et les accès spinaux combinés antérieurs et postérieurs dans le traitement des tumeurs thoraco-lombaires, des traumatismes et des infections.
23. Enumérer les options de reconstruction pour les défauts de corps vertébraux après une corpectomie consécutive à une tumeur, un traumatisme ou une infection.

## **5. CONNAISSANCES DES TRAUMATISMES ET DES SOINS INTENSIFS**

1. Connaître les priorités de prise en charge des patients polytraumatisés présentant des traumatismes neurologiques et systémiques graves.
2. Décrire la pathophysiologie de l'hypertension intracrânienne et expliquer le plan de traitement, y compris les arguments pour ou contre les différentes formes thérapeutiques.

## **6. CONNAISSANCES DE LA STEREOTAXIE, DE LA NEURONAVIGATION ET DE LA NEURO-CHIRURGIE FONCTIONNELLE (Y COMPRIS LES DOULEURS)**

1. Présenter la sélection de patients et les indications pour une stimulation cérébrale profonde (*deep brain stimulation = DBS*).
2. Présenter les avantages et les inconvénients des procédures ablatives.
3. Lister les complications potentielles du DBS et des procédures ablatives.
4. Enumérer les moyens techniques pour minimiser les risques d'hémorragies intracrâniennes lors d'une thérapie stéréotaxique.
5. Enumérer les moyens techniques pour minimiser les risques d'une biopsie stéréotaxique potentiellement non diagnostique.
6. Décrire la procédure pour les patients atteints d'épilepsie réfractaire à une thérapie.
7. Présenter les indications pour poser des électrodes profondes.
8. Décrire les options thérapeutiques chirurgicales pour l'épilepsie réfractaire aux médicaments.

9. Indiquer la différence entre le traitement chirurgical de foyers (foci) épileptiques tumoraux et non tumoraux.
10. Enumérer les options chirurgicales et les pronostics pour la chirurgie épileptique non lésionnelle.
11. Décrire les méthodes de localisation et de pénétration du foramen ovale.
12. Distinguer entre impotence et invalidité.
13. Décrire la gestion adéquate des facteurs psychosociaux.
14. Expliquer les principes de base pour la neurolyse du nerf trijumeau par des produits chimiques, des moyens mécaniques (ballon) et par radiofréquence.
15. Elaborer la stratégie thérapeutique pour l'application des méthodes neurolytiques percutanées, la rhizotomie rétro-gassérienne et la décompression microvasculaire dans le traitement de patients souffrant de névralgie trigéminale.
16. Décrire et distinguer les accès à l'angle ponto-cérébelleux pour la décompression microvasculaire ou la rhizotomie des nerfs du trijumeau et du glossopharyngien.
17. Expliquer comment la stimulation neurale (corticale, sous-corticale) exerce ses effets.
18. Lister les indications pour une lésion chirurgicale du Dorsal Root Entry Zone (DREZ).
19. Présenter la stimulation médullaire (SCS), le mode de fonctionnement, les types de stimulation, les électrodes disponibles, les techniques de base pour introduire les électrodes ainsi que la description de la phase-test (paresthésies sur la région douloureuse, éviter la stimulation perturbante).
20. Expliquer les aspects les plus importants de l'application médicamenteuse intraspinale, de la pharmacologie des médicaments intraspiniaux et des systèmes de perfusion, la raison de ces systèmes pour l'application épidurale et intrathécale ainsi que la localisation correcte pour l'implantation des pompes.
21. Présenter le rôle de la neurectomie et de la neurolyse pour le traitement de la douleur après des lésions nerveuses.
22. Décrire les indications pour la ganglionectomie ainsi que le pronostic concernant le contrôle de la douleur et la déafférentation.
23. Enumérer les indications pour la stimulation périphérique nerveuse et les différences avec la stimulation spinale.
24. Décrire l'indication pour les procédures périphériques ablatives, présenter la pharmacopée et les effets histopathologiques des produits neurolytiques (phénol, glycérol, alcool).
25. Enumérer les principes de base des procédures neurolytiques ablatives, leur technique, les pronostics et les complications.
26. Décrire les alternatives à la neurolyse (blocs anesthésiques, procédures ablatives, procédures augmentatives, procédures alternatives).
27. Décrire les principes de l'ablation par radiofréquence (sonde, durée, intensité, isothermie, champs).
28. Présenter les principes de base de la rhizotomie par radiofréquence, son efficacité et ses contre-effets.
29. Comparer les ablations par radiofréquence aux alternatives suivantes: blocs anesthésiques, injections épidurales et périradiculaires, blocs neurolytiques facettaires, procédures ablatives, procédures augmentatives, autres traitements.
30. Faire la différence entre l'indication pour un traitement chirurgical de la douleur et celle pour un traitement non chirurgical.
31. Identifier les différentes régions ciblées pour la stimulation médullaire dans le contexte de la topographie de la douleur (simple et complexe).
32. Comparer les différentes méthodes d'application médicamenteuse intraspinale, épidurale, intrathécale, par cathéter tunnelisé, par des pompes.
33. Décrire les complications possibles dues aux électrodes pour la stimulation médullaire ou aux insertions de cathéter, leur évaluation et leur traitement: paralysie, lésions des racines nerveuses,

migration d'électrodes ou de cathéters, rupture d'électrodes ou de cathéters, hématome épidural, fuite de liquides.

34. Décrire les effets secondaires fréquents des médicaments après l'administration d'analgésiques intraspinaux.
35. Décrire la localisation correcte des lésions pour DREZ, la cordotomie, la myélotomie y compris la profondeur des lésions des structures concernées.
36. Enumérer les conséquences neurologiques possibles des procédures ablatives spinales causant des lésions correctes et incorrectes, avec corrélation anatomique.
37. Décrire le rôle des lésions DREZ, la prise en charge des patients présentant une douleur de déafférentation.
38. Décrire les effets histologiques des lésions dues à la cryothérapie et à la radiofréquence.
39. Evaluer et expliquer en détail la prise en charge des patients souffrant de lésions dues à la cryothérapie et la radiofréquence des facettes.
40. Décrire les alternatives à l'ablation par radiofréquence, les comparer en particulier avec les méthodes chirurgicales possibles (décompression, instrumentation et fusion).
41. Décrire les différentes options chirurgicales du traitement de la spasticité.
42. Présenter l'évaluation préopératoire et la planification du traitement de la spasticité ainsi que la prise en charge postopératoire.

## **7. CONNAISSANCES DE L'HYDROCEPHALIE ET DE LA NEUROCHIRURGIE PEDIATRIQUE**

1. Lister les indications chirurgicales et le pronostic des entités suivantes: myéloméningocèle, ménin-gocèle, encéphalocèle, malformation de Chiari, dysraphisme, syndrome cranio-facial et phacomatoses.
2. Décrire le moment adéquat pour l'intervention (concernant les entités nommées ci-dessus) et les raisons.
3. Décrire la pathophysiologie et la présentation clinique du syndrome de la moelle attachée (*tethered cord*).
4. Décrire le syndrome du ventricule-fente (*slit ventricle*) et son traitement.
5. Définir la compliance cérébrale et comment elle peut agir sur la grandeur du ventricule.
6. Lister les pathologies qui sont souvent associées à l'hydrocéphalie.
7. Désigner la complication possible relative à la craniotomie d'expansion dans le cas de l'hydrocéphalie.
8. Présenter et différencier la ventriculomégalie, l'hydrocéphalie compensée et les pseudotumeurs cérébrales.
9. Décrire le rôle d'un trouble de l'écoulement veineux en cas d'hydrocéphalie.
10. Expliquer la prise en charge de l'hydrocéphalie lors de tumeurs.
11. Présenter le rôle de la cisternostomie endoscopique du troisième ventricule dans le traitement de l'hydrocéphalie tumorale.
12. Décrire la présentation d'hamartomes hypothalamiques et le rôle de la chirurgie dans leur traitement.
13. Faire la différence entre les différents types d'infection chez des individus immunocompétents et immuno-incompétents.
14. Connaître les différents empyèmes sous-duraux et épидuraux.
15. Présenter un diagnostic différentiel complet pour les maladies infectieuses qui se manifestent sous la forme de lésions en anneau prenant le contraste (*ring-enhancing*).
16. Expliquer le rôle de l'ostéomyélite et les infections du système nerveux central (SNC).

17. Décrire la pathologie, les facteurs de risque et le diagnostic ainsi que le traitement de la maladie de moya-moya chez les enfants.
18. Lister les phacomatoses présentant des anomalies vasculaires et leur traitement.
19. Préciser la localisation des lésions vasculaires traumatiques et leurs facteurs de risques, le diagnostic et le traitement.
20. Enumérer les options thérapeutiques et les controverses concernant le traitement des maladies vasculaires chez les enfants, y compris le syndrome de *moya-moya*.
21. Connaître les caractéristiques spécifiques du traumatisme pour le syndrome du bébé secoué.

## 8. CONNAISSANCES DES NERFS PERIPHERIQUES

1. Parler des syndromes de compression suivants: *thoracic outlet*, *double-crush-syndrom*.
2. Présenter la décompression du nerf ulnaire: in situ, transposition (sous-cutanée / intramusculaire / sous-musculaire), épicondylectomie médiale.

## 9. CONNAISSANCES DE LA BIOSTATISTIQUE ET DE LA RECHERCHE, EVALUATION D'ETUDES CLINIQUES

1. Démontrer la compréhension de la littérature en lien avec les connaissances de base apprises durant la période de médecin-assistant junior. Discuter le savoir controversé et celui qui se développe et prouver la capacité à mettre au fur et à mesure les nouvelles connaissances au service de la prise en charge des patients.

## B. OBJECTIFS DES CONNAISSANCES PRATIQUES DU SENIOR LEVEL

### 1. CONNAISSANCES DE BASE DU SENIOR LEVEL

1. Capacité à évaluer de manière autonome les cas et à établir un plan thérapeutique pour les patients présentant des maladies neurochirurgicales aussi bien dans le secteur ambulatoire qu'hospitalier, de manière élective et dans le cadre des urgences.

### 2. CONNAISSANCES CEREBROVASCULAIRES

1. Planifier, placer et effectuer des craniotomies (ou des modifications) ptériales et autres craniotomies lors d'anévrisme ou de malformation artérioveineuse.
2. Réaliser une dissection microchirurgicale de la fissure sylvienne et des citernes basales, sous surveillance.
3. Capacité à déterminer de manière autonome la thérapie pour les attaques ischémiques et hémorragiques.
4. Fixer les priorités de manière efficace lors de problèmes concomitants dans le cadre de la priorité de l'urgence et de la priorité du traitement. Reconnaître à cet effet l'influence des maladies systémiques sur la priorité à donner.
5. Capacité à fixer des priorités pour les examens diagnostiques des maladies ischémiques et hémorragiques.
6. Effectuer des procédures par navigation.

7. Réaliser des trépanations habituelles et compliquées par la confection d'un trou de trépan pour le drainage du système ventriculaire ou d'hématomes intracrâniens.
8. Décrire la carotide au niveau du cou, collaborer en tant qu'assistant, selon les possibilités, à l'évacuation des plaques et de la suture artérielle lors d'une endartérectomie carotidienne.
9. Capacité à interpréter correctement les angiographies spinales.
10. Enoncer de manière autonome l'examen et la planification de la prise en charge avec le maintien simultané de l'explication nécessaire au supérieur hiérarchique.
11. Identifier les indications et les controverses concernant les méthodes thérapeutiques endovasculaires, dans la prise en charge périopératoire et le suivi (*follow-up*).
12. Prouver que l'on comprend les stratégies et accès chirurgicaux pour les maladies vasculaires habituelles et inhabituelles.
13. Appliquer les principes de la gestion anesthésiologique intraopératoire du contrôle à proximité ou à distance de l'occlusion temporaire, de l'application des mesures de neuroprotection et de la localisation intraopératoire dans le cadre des maladies vasculaires.
14. Réaliser de manière autonome l'angiographie intraopératoire par fluorescence, par effet doppler microscopique ou par cathéter.
15. Collaborer en tant qu'assistant au traitement microchirurgical de toutes les maladies cérébro-vasculaires.
16. Capacité à évacuer un hématome intracérébral dans chaque localisation.
17. Collaborer en tant qu'assistant aux opérations de lésions vasculaires intraspinales.

### **3. CONNAISSANCES DES TUMEURS INTRACRANIENNES**

1. Prouver la capacité à déterminer de manière autonome le diagnostic différentiel au moyen d'exams cliniques et radiologiques.
2. Effectuer l'ouverture et la fermeture de craniotomies et de craniectomies sous surveillance.
3. Collaborer en tant qu'assistant à toutes les sortes d'évacuation de tumeurs intracrâniennes et l'évacuation de tumeurs intracrâniennes, sous surveillance.
4. Evacuer des lésions cérébrales.
5. Traiter les abcès supra- et infratentoriels de manière chirurgicale.
6. Prouver la capacité à gérer les complications postopératoires: œdème cérébral, méningite, infection du couvercle osseux, attaques postopératoires.
7. Identifier l'indication pour un monitoring pré- intra- et postopératoire.
8. Capacité à gérer de manière autonome chaque phase thérapeutique concernant des patients souffrant de tumeurs intracrâniennes.
9. Extirper des tumeurs supra- et infratentorielles, intra-axiales et extra-axiales.
10. Extirper des tumeurs au moyen de techniques basées sur la fluorescence, le monitoring/mapping électrophysiologique, l'ultrasonographie intraopératoire et la neuronavigation.
11. Réaliser sous surveillance ou comme premier assistant un accès transnasal, transsphénoïdal à la base du crâne pour des lésions hypophysaires.

### **4. CONNAISSANCES SPINALES**

1. Capacité à effectuer une exposition ventrale du rachis cervical suivie d'une discectomie cervicale antérieure.
2. Capacité à effectuer une fusion cervicale antérieure.
3. Capacité à réaliser une instrumentation cervicale antérieure.

4. Capacité à réaliser une laminectomie de décompression cervicale postérieure.
5. Capacité à effectuer une foraminotomie cervicale postérieure avec ou sans opération d'hernie.
6. Capacité à effectuer des accès médiaux et latéraux pour des hernies discales lombaires foraminales et extraforaminales.
7. Prouver l'application de la technique chirurgicale adéquate dans le traitement des hernies discales récidivantes et les sténoses lombaires.
8. Prouver la capacité à effectuer une arthrodèse lombaire antérieure avec ou sans instrumentation intervertébrale.
9. Prouver la capacité à effectuer une exposition comme la laminectomie, hémilaminectomie ou laminotomie pour une exposition optimale, avec ou sans décompression transpédiculaire lors de tumeurs, d'infections ou de traumatismes.
10. Prouver la capacité à traiter les complications postopératoires suivantes après une chirurgie spinale: hématome, infection, fuite de liquides, déficits neurologiques postopératoires.
11. Capacité à effectuer une corpectomie cervicale antérieure avec arthrodèse.
12. Participer comme assistant à la réalisation d'accès transthoraciques, thoraco-abdominaux et rétro-péritonéaux et trans-abdominaux pour le rachis dorsal et lombaire.
13. Participer comme assistant à la réalisation d'un accès costotransversal et latéral pour le rachis thoraco-lombaire.
14. Collaborer comme assistant et réaliser un accès pour l'exérèse d'une hernie discale thoracique à l'aide des techniques mentionnées ci-dessus.
15. Participer comme assistant à la réalisation d'une corpectomie thoraco-lombaire lors de tumeurs, infection ou traumatisme avec les accès mentionnés ci-dessus.
16. Collaborer comme assistant à des arthrodèses antérieures du rachis thoraco-lombaire.
17. Capacité à fixer correctement des vis transpédiculaires dans le rachis thoraco-lombaire.
18. Capacité à placer adéquatement des crochets pédiculaires laminaires dans des processus transverses et dans le rachis thoraco-lombaire.
19. Prouver la capacité à effectuer la résection de néoplasies intradurales, extramédullaires.
20. Capacité à réaliser des cyphoplasties et des vertébroplasties.

## **5. CONNAISSANCES DES TRAUMATISMES ET DES SOINS INTENSIFS**

1. Craniotomie pour un hématome sous-dural et/ou épidural, craniotomie lors de traumatisme cérébro-crânien pénétrant, craniotomie pour un hématome ou contusion intracérébrale, craniotomie pour une fracture crânienne, craniectomie de décompression, réparation et crânialisation de fractures du sinus frontal, hématome épi-, sous- ou intracérébral de la fosse crânienne antérieure, crânioplastie simple.
2. Gérer des fractures traumatiques de la base du crâne avec fuite de liquide.
3. Gérer des infections associées à des lésions cérébro-crâniennes ouvertes.
4. Reconstruction de déficiences traumatiques de la base du crâne avec la collaboration d'autres spécialistes, si indiqué.
5. Diriger une équipe de soins intensifs dans le traitement de patients présentant des lésions neurologiques, de manière isolée ou en association pour les patients polytraumatisés.

## **6. CONNAISSANCES DE LA STEREOTAXIE, DE LA NEURONAVIGATION ET DE LA NEURO-CHIRURGIE FONCTIONNELLE (Y COMPRIS LES DOULEURS)**

6. Réaliser des craniotomies stéréotaxiques.
7. Sélection adéquate pour des rhizotomies d'articulations facettaires et réalisation de ces rhizotomies. Evaluer l'efficacité du bloc facettaire, détecter et traiter les complications, enregistrer et monitorer les blocs facettaires sur la durée, identifier l'indication pour des blocs répétés.
8. Démontrer l'utilisation adéquate de chaque classe d'analgésiques.
9. Prouver une sélection adéquate de patients pour un traitement chirurgical des syndromes de la douleur.
10. Formuler et appliquer des plans thérapeutiques adéquats pour le traitement de la douleur au moyen de techniques ablatives et augmentatives selon le syndrome et la localisation.
11. Choix adéquat des implants pour la SCS (spinal cord stimulation) et la technique appropriée selon la localisation.
12. Implanter des SCS et/ou des pompes médicamenteuses intrathécales.
13. Prouver l'expertise de la prise en charge postopératoire et de la programmation de systèmes spinaux d'applications médicamenteuses et de stimulateurs.
14. Reconnaître et évaluer le mauvais fonctionnement des stimulateurs et des pompes.
15. Effectuer des révisions chirurgicales sur les stimulateurs et sur les pompes de patients.
16. Sélectionner de manière adéquate les patients pour une cryothérapie ou une thérapie facettaire par radiofréquence.
17. Réaliser des blocs facettaires et évaluer correctement l'effet de ce traitement.

## **7. CONNAISSANCES DE L'HYDROCEPHALIE ET DE LA NEUROCHIRURGIE PEDIATRIQUE**

1. Réaliser des trous de trépan ou des ponctions sous-durales et intraventriculaires chez des enfants.
2. Réaliser une craniotomie ou une cranectomie pour évacuer des lésions sous-durales ou épidurales.
3. Effectuer une craniotomie lever une fracture par compression.
4. Implanter une dérivation (shunt) ventriculo-péritonéale, ventriculo-atriale ou ventriculo-pleurale, sous surveillance.
5. Positionner le patient pour une chirurgie intracrânienne et intraspinale.
6. Ouvrir et fermer des lésions crâniennes et spinales, y compris la dure-mère.
7. Appliquer et utiliser des modalités stéréotaxiques avec et sans cadre pour la localisation des lésions et la pose de cathéters.
8. Réviser une dérivation (shunt) ventriculo-péritonéale, ventriculo-atriale ou ventriculo-pleurale.

## **8. CONNAISSANCES DES NERFS PERIPHERIQUES**

-

## **9. CONNAISSANCES DE LA BIostatistique ET DE LA RECHERCHE, EVALUATION D'ETUDES CLINIQUES**

1. (Co)-rédiger une publication scientifique.
2. (Co)-rédiger un protocole de recherche.

### **III. Quelques références bibliographiques pour atteindre les objectifs de formation postgraduée:**

#### **Œuvres complètes:**

- Greenberg MS; Handbook of Neurosurgery.
- Apuzzo M; Surgery of the Human Cerebrum, 3 Volumes, Lippincott Williams and Wilkins.
- Salzman M, Heros RC, Laws E, Sonntag VKH; Kempe's Operative Neurosurgery, Springer.
- Winn HR; Youmans Neurologic Surgery.
- Rhoton A; Rhoton's Cranial Anatomy and Surgical Approaches. Lippincott Raven.
- Yasargil MG; Microneurosurgery, 6 Volumes, Georg Thieme Verlag New York.

#### **Anatomie:**

- Nieuwenhuys R, Voogd J, vanHuijzen C; The Human Central Nervous System, A Synopsis and Atlas, Springer.
- Kahle W, Frotscher M; Taschenatlas der Anatomie in 3 Bänden: Band 3: Nervensystem und Sinnesorgane / Flexibles Taschenbuch, Thieme.

#### **Neurophysiologie:**

- Kandel E, Schwartz J, Jessell T, Siegelbaum S. Principles of Neural Science. ISBN: 9780071390118, McGraw-Hill.

#### **Neuroradiologie:**

- Osborn AG; Diagnostic Neuroradiology, Mosby.
- Osborn AG; Diagnostic Cerebral Angiography, ISBN 978-0397584048, Lippincott Williams & Wilkins.
- Kornienko VN, Pronin IN; Diagnostic Neuroradiology, Springer Verlag.
- Huber P; Cerebral Angiography, Georg Thieme Verlag.

#### **Neuropathologie:**

- Louis DN, Ohgaki H, Wiestler OD, Cavenee WK; WHO Classification of Tumours of the Central Nervous System, WHO and International Agency for Research on Cancer, Lyon.
- Bone I, Graham DI; Adams and Graham's Introduction to Neuropathology, Hodder Education.
- Vogel H. Nervous System (Cambridge Illustrated Surgical Pathology), ISBN: 978-0521881616, Cambridge University Press.

#### **Neurologie:**

- Mumenthaler M, Mattle H; Neurologie, Thieme.
- Brazis PW, Masdeu JC, Biller J. Localization in Clinical Neurology. ISBN 978-1609132811, Lippincott Williams & Wilkins.
- Patten J. Neurological Differential Diagnosis. Springer.

#### **Biostatistique:**

- Hüsler J, Zimmermann H; Statistische Prinzipien für medizinische Projekte, Verlag Hans Huber, Bern.