

第5回日本脳脊髄術中モニタリング研究会

テーマ:『モニタリング専門医・専門技師制度にむけて』

会 期:2018年9月9日(日)

会 場:落合高山ビル5階、フェニックスアカデミー
(日本光電工業株式会社・人財開発センター)
〒161-8560 新宿区上落合 2-28-7
Tel: 03-5348-1550, Fax: 03-5348-1551

当番世話人:東京医科歯科大学先端技術医療応用学講座
川端 茂徳

参会費:5,000円

【研究会に関するお問い合わせ先】

東京医科歯科大学先端技術医療応用学講座内
第5回日本脳脊髄術中モニタリング研究会事務局(担当:村上)
〒113-8519 東京都文京区湯島 1-5-45
Tel 03-5803-4195, Fax 03-5803-4195
E-mail: jiom2018@outlook.jp

【代表世話人および事務局】

関西医科大学附属病院 整形外科 齋藤貴徳
日本脳脊髄術中モニタリング研究会事務局
Tel: 072-804-0101, Fax: 072-804-2064

【協賛】

日本光電工業株式会社

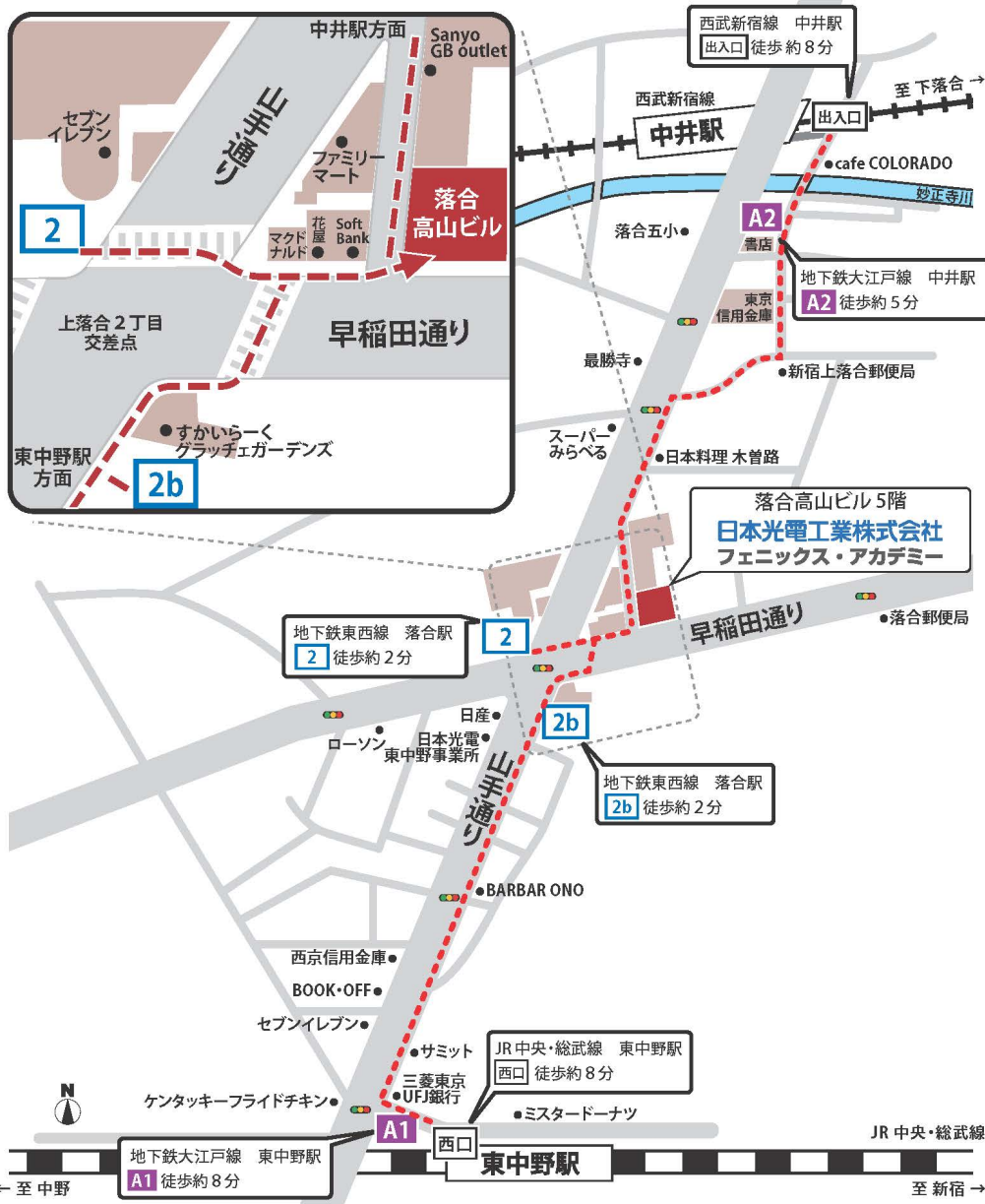
交通のご案内

アクセスMAP

日本光電工業株式会社 フェニックス・アカデミー(人財開発セン
タ) 東京都新宿区上落合2丁目2番地7号 落合高山ビル 5階
TEL 03(5348)1550 FAX 03(5348)1551 (営業時間:平日8:30~17:10)

最寄駅情報

- ・地下鉄東西線 落合駅 出口 **2** **2b** 徒歩:約2分
- ・JR中央・総武線 東中野駅 出口 **西口** 徒歩:約8分 ※各駅停車
- ・地下鉄大江戸線 東中野駅 出口 **A1** 徒歩:約8分
- ・地下鉄大江戸線 中井駅 出口 **A2** 徒歩:約7分
- ・西武新宿線 中井駅 出口 **出入口** 徒歩:約8分 ※各駅停車



第5回日本脳脊髄術中モニタリング研究会プログラム

9:30 受付開始

10:00 開会挨拶 東京医科歯科大学先端技術医療応用学講座 川端茂徳

10:05-10:55 一般演題 (発表7分、討論3分)

座長：東北医科薬科大学脳神経外科 佐々木達也

1. 演題：当院の MVD 神経モニタリング

演者：水戸ブレインハートセンター 臨床検査科 小野瀬義治

2. 演題：経鼻下垂体手術時の術中 VEP 所見と術後視機能との相関に関する検討

演者：東北医科薬科大学 脳神経外科 庄司拓大

3. 演題：腹部大動脈瘤切除術において経頭蓋刺激脊髄誘発電位によるモニタリングが有用であった1例

演者：東京医科歯科大学医学部附属病院 ME センター 佐藤彩美

4. 演題：術中 MEP モニタリングにおけるカットオフポイントとアラームポイント

演者：イムス三芳総合病院 脳神経外科 田中 聡

5. 演題：術中心拍変動モニタリングが脊髄障害の検知に有用と思われた環軸椎亜脱臼の1例

演者：総合せき損センター 整形外科 久保田健介

休憩 (5分)

11:00-11:30 【検査技師・MEの方々のためのレクチャー1】

座長：関西医科大学整形外科学講座 谷口慎一郎

演題：術中脳脊髄神経モニタリングの実際—神経モニタリングを成功させるノウハウ—

演者：奈良県立医科大学付属病院 中央臨床検査部 高谷恒範

11:30-12:00 【検査技師・MEの方々のためのレクチャー2】

座長：関西医科大学整形外科学講座 谷口慎一郎

演題：脳神経外科モニタリングの考え方

演者：信州大学医学部 脳神経外科 後藤哲哉

休憩（15分）

12:15-12:50 【検査技師・MEの方々のためのレクチャー3】（昼食付）

座長：関西医科大学総合医療センター 安藤宗治

演題：モニタリング電位の起源

演者：静岡赤十字病院 整形外科 小川 潤

休憩（10分）

13:00-14:30

シンポジウム：モニタリング専門医・専門技師制度にむけてのカリキュラムについて
（発表 15分、総合討論 30分）

座長：関西医科大学整形外科学講座 齋藤貴徳， 奈良県立医科大学麻酔科学教室 川口昌彦

1. 演題：脳外科手術の立場から

演者：信州大学医学部 脳神経外科 後藤哲哉

2. 演題：整形外科手術の立場から

演者：東京医科歯科大学 先端技術医療応用学講座 川端茂徳

3. 演題：麻酔科の立場から

演者：国立循環器病研究センター 麻酔科 吉谷健司

4. 演題：検査技師の立場から

演者：Brain Function 丸田雄一

14:30-14:35 閉会の辞 東京医科歯科大学先端技術医療応用学講座 川端茂徳

一般演題 1

当院の MVD 神経モニタリング

水戸ブレインハートセンター 臨床検査科
小野瀬義治

当院では脳外科手術に対し MEP、SSEP、ABR、NIM などのモニタリングを行っている。その中でも当院で数多く行っている MVD に対するモニタリングについて報告する。

使用機器は日本光電社製の MEB-2200 および MEB-2300 を使用し、ABR モニタリングと顔面痙攣では AMR を併用して行っている。ABR モニタリングは患側刺激、両側導出にて行う。導出は前額部に陽極を置き左右の耳介前点付近に陰極を置く。刺激にはチューブタイプのイヤフォンを使用し折れないように固定を行う。

AMR モニタリングは患側頬骨枝の刺激で眼輪筋と頤筋で導出。刺激場所により得られる振幅は大きく変わってくるため前日に表面電極にて最適な刺激場所を決めている。また当日のセットアップを速やかに行うため同時にマーキングを行っている。

髄液排出などで早期に消失する例も多々あるが、その後髄液を注入し再出現する例もある。AMR と HFS の病態は 100%一致しないが、術中の減圧の指標として評価を行っている。

一般演題 2

経鼻下垂体手術時の術中 VEP 所見と術後視機能との相関に関する検討

1 東北医科薬科大学 脳神経外科, 2 青森県立中央病院 臨床工学部,
3 青森県立中央病院 脳神経外科, 4 東京脳神経センター病院 間脳下垂体センター
庄司拓大¹, 阿部 誠², 高橋義晴³, 中村太源³, 村上謙介³,
林 俊哲¹, 山田正三⁴, 佐々木達也¹

【背景】経鼻下垂体手術（TSS）時の術中 VEP モニタリングについて、術中 VEP 所見と術前後の視機能の相関について報告する。

【対象および方法】VEP モニタリング下に TSS を施行した 16（下垂体腺腫 10 例、ラトケ嚢胞 3 例、頭蓋咽頭腫 3 例）を対象とした。

【結果】32 眼中術前から高度の視機能障害を認めた 2 眼でモニタリングできなかった。30 眼中 4 眼で術中に振幅増大を認め、術後に視機能が回復した。1 眼で振幅低下を認め、術後に視機能が悪化した。25 眼では振幅は不変であったが、9 眼で術後に視機能の改善を認め、16 眼は不変であった。

【結論】術前から高度な視機能障害を認めなければ、TSS 時に VEP モニタリングが可能であった。術中に振幅が増大した症例では、全例術後視機能が回復していた。振幅が増大しなくても術後に視機能が回復した症例も多数経験した。視機能温存・回復の判断に VEP モニタリングは有用と思われた。

一般演題 3

腹部大動脈瘤切除術において経頭蓋刺激脊髄誘発電位によるモニタリングが有用であった
1 例

1 東京医科歯科大学医学部附属病院 ME センター,

2 東京医科歯科大学先端技術医療応用学講座,

3 東京医科歯科大学末梢血管外科

佐藤 彩美¹, 川端 茂徳², 瀬島 啓史¹, 倉島 直樹¹, 工藤 敏文³

患者は 78 歳男性。CT にて瘤径の拡大を認めたため、手術適応となった。瘤の形態から、胸部下行または腹腔動脈上腹部大動脈遮断による大動脈瘤切除・Y 型人工血管置換・両側腎動脈再建を要し、脊髄虚血の可能性が危惧されたため術中脊髄モニタリングが行われることとなった。

経頭蓋刺激脊髄誘発電位(Br-SCEP)と経頭蓋刺激筋誘発電位 (Br-MsEP) によるモニタリングを実施した。Br-SCEP・Br-MsEP とともに執刀時の波形の導出は良好であった。大動脈遮断後、Br-MsEP は 18 分後に潜時が延長し、30 分後には両下肢の波形が消失した。Br-SCEP はわずかに潜時が延長したが術中安定して波形が導出できた。循環再開から約 1 時間半後に Br-MsEP の波形は回復し、術後麻痺はなかった。両下肢の血流が遮断される術式では、虚血により Br-MsEP が導出できなくなるため、Br-SCEP の併用が必要と考えられた。

一般演題 4

術中 MEP モニタリングにおけるカットオフポイントとアラームポイント

1 イムス三芳総合病院脳神経外科, 2 イムス三芳総合病院検査科,
3 北里大学メディカルセンター中央検査科,
4 北里大学メディカルセンター脳神経外科, 5 東京医科大学脳神経外科
田中 聡¹, 玉木正裕¹, 能見公二¹, 猪野屋博¹, 佐藤あゆみ², 丸山美彩²
久保田茜², 高梨淳子³, 岡 秀宏⁴, 秋元治朗⁵

【目的】術中 MEP モニタリングで術後運動神経症状が悪化する振幅低下率のカットオフ値を計算し、アラームポイントの設定を試みた。

【対象と方法】術前 MMT2/5 以下の麻痺を認めなかった脳動脈瘤手術 102 回、脊椎脊髄手術 349 回の経頭蓋 MEP モニタリングおよび運動野直接刺激 MEP を行った脳腫瘍手術 34 回で術後運動麻痺を生じるカットオフ値を末梢神経刺激 CMAP 補正の有無それぞれで ROC 解析により算出した。

【結果】経頭蓋 MEP のカットオフ値は脳動脈瘤手術では CMAP 補正なしで 69.6%の振幅低下、補正有で 70.7%の振幅低下 (特異度 95.7%、95.2%) であり、脊椎脊髄手術では CMAP 補正なしで 80.6%の振幅低下、補正有で 77.8%の振幅低下 (特異度 96.2%、96.8%) であった。脳腫瘍手術の運動野錐体路直接刺激 MEP では CMAP 補正なしで 86.3%、補正有で 83.5%の振幅低下 (両者特異度 100%) であった。以上すべての解析で感度は 100%であった。

【結論】MEP のアラームポイントは脳動脈瘤手術における経頭蓋刺激では 65%、脊椎脊髄手術では 75%の振幅低下、脳腫瘍の運動野刺激 MEP では 80%の振幅低下が妥当であると考えられた。

一般演題 5

術中心拍変動モニタリングが脊髄障害の検知に有用と思われた環軸椎亜脱臼の1例

1 総合せき損センター整形外科, 2 総合せき損センター中央検査部
久保田健介¹, 清治美麻², 奈木野沙紀², 下山田優紀², 林哲生¹, 森下雄一郎¹,
益田宗彰¹, 坂井宏旭¹, 高尾恒彰¹, 森英治¹, 河野修¹, 前田健¹

【症例】21歳女性。ダウン症で知的障害あるが、心奇形等なし。頸部痛などの自覚症状・神経学的異常はないが、頸椎レントゲンで歯突起骨・環軸椎亜脱臼があり、C1-2は前後屈で軽度の不安定性を認めた。MRIでC1/2に高度の脊髄圧迫、髄内の信号変化(T2 high)も認めた。手術希望があり、全身麻酔下にC1後弓切除、C1-2整復ならびに0-C4で後方固定を行った。術中脊髄障害の評価目的に、SEP、MEPに合わせて、心拍数をモニタリングした。C1後弓切除時にHR:20bpmと一時的に低下したが、SEPおよびMEPでは有意な波形変化は見られなかった。術後明らかな筋力低下はないが、左上肢痛が出現し、左上肢を動かさなくなった。

【まとめ】術後、左上肢に軽度の神経障害が出現したが、術中、SEPおよびMEPでは有意な波形変化は見られず、心拍数の低下がみられた症例を経験した。上位頸椎手術において、術中心拍変動モニタリングが脊髄障害の検知に有用である可能性がある。

検査技師・MEの方々のためのレクチャー1

術中脳脊髄神経モニタリングの実際 ―神経モニタリングを成功させるノウハウ―

奈良県立医科大学付属病院 中央臨床検査部

高谷恒範

術後神経機能障害は、患者予後に関わる重大な問題である。術中の運動、感覚、視覚、聴覚などの神経機能評価として誘発電位モニターが近年、普及してきた。術後に神経機能障害が発生した場合、機能的予後や生活の質を著しく低下させる。神経障害が発生した場合の治療薬などが確立していない現在、いかに障害を起こさないかが重要な課題である。また、信頼性の高い誘発電位モニタリングを行うためには十分な知識と経験が必要であり、手術室という特殊な環境の中で、神経モニタリングを成功させるには多職種間での共通の知識や良好なコミュニケーションが必須となる。当院では、チーム医療として術中神経モニタリングに取り組んでいる。今回、臨床検査技師の立場から信頼性の高い術中神経モニタリングを成功させるノウハウについて述べたい。①術前準備：あらかじめ、手術の内容と目的を予習しておく、モニターすべき神経症状と必要なモニタリングの計画をたてておく事が重要である。②術前サインアウト：執刀前に外科医、麻酔科、看護スタッフ、モニタリングチームで共有された情報を確認し、患者のコンディションを評価しておく。③術中モニタリング異常出現時の対応：フローチャート表とチェックリストを使って a) 体温・血圧の影響 b) 麻酔蓄積による fade 現象 c) メカニカルエラー(術野の電極接地不全等の除外) d) テクニカルエラー(機器設定の不備など) e) その他、偽陽性の原因を除外する。④的確なアラーム：偽陽性を否定した後、速やかに的確な指示を外科医に出す事が重要である。最後に、⑤術後カンファレンス：問題や課題を抽出し、教訓を多職種間でフィードバックする事は教育効果が高く効率がよいと考える。

信頼性の高い術中神経モニタリングの成功には、準備と、適切なモニタリングの選択、アルゴリズムに沿った偽陽性の除外が重要であり、技師間差をなくすためのテクニカルスキルとして、波形認識のトレーニングも必要と考える。同時に、術後カンファレンスを含め、多職種間の密なコミュニケーションが極めて重要であると考えられる。

検査技師・MEの方々のためのレクチャー2

脳神経外科モニタリングの考え方

信州大学医学部脳神経外科

後藤哲哉

電気生理学的学的検査による術中モニタリング（以下モニタリング）には、神経回路の一部に刺激を加え、手術操作をする部位を挟んで記録する誘発電位の手法が多く利用される。手術操作で神経回路に障害が発生し、刺激に対する反応が低下してはじめて、悪化として認識される。手術操作により悪化した症状が固定する状態が確定した後に、モニタリングで障害があると判断しても、そのモニタリングは術後の障害と相関はあるだけで、安全といえない。モニタリングを活用する目的は、症状が固定する前にモニタリングで障害の発生を発見し、ワーニングサインによって、発生させた手術操作を止めたり、休んだり、手術そのものを中止したりすることで、患者の状態を術前に予測した範囲内におさめるためにある。

手術操作では大きく2つの病態をモニタリングする必要がある。1つは血管の評価である。操作したい血管に機能があるかどうかの判断は、血管を一時的に遮断してみれば良い。モニタリングで悪化と判定しても、遮断が解除されれば元に戻るはずである。虚血による神経障害は梗塞に至る前であれば可逆性だからである。もう一つは剥離操作である。剥離に伴う機械的、熱的エネルギーによる挫滅や変性、一時遮断できない程度の小血管の閉塞に伴う梗塞などにより障害が発生する。これらによる病態は基本的に操作に対して不可逆性、遅発性と考えられる。血流一時遮断に対するモニタリングが遮断前後で評価をおこなえば良いのに対して、剥離では、その神経回路に障害が始まる操作の前から、操作終了と決めるまでをモニタリングする必要がある。

どんな検査でも感度を上げれば特異度が低下する。モニタリングの精度を上げる工夫としては、1：正しい条件でモニタリングする。理論的に最も正しいと思われる方法を採用すべきである。2：電極はできるだけ手術操作から離す。術者の動作に伴う電極接地の不安定性を避ける。3：電極はたくさんつけておく。術中に電極の設置が悪くなっても、術野を不潔にする電極の再設置や確認はよほどのことがなければできない。4：ノイズを下げる。5：判断の中心となるモニタリングのバックアップを用意する。

検査技師・MEの方々のためのレクチャー3

モニタリング電位の起源

静岡赤十字病院整形外科 小川 潤

脊髄モニタリング中に波形変化が生じた場合、ハードウェアの問題や anesthetic fade などの脊髄以外の原因ではないことがわかっただら、脊髄障害がどの程度でどこに生じているかを判断しなければなりません。そこで波形変化の意味を知るには、電位の起源を知ることが大切です。本邦では 1972 年に、黒川、玉置が脊髄誘発電位を発表して以来様々な手法が考案され、追試されてきました。その中でも創成期においては脊髄を刺激して、脊髄から電位を記録する方法、すなわち脊髄刺激・脊髄誘発電位の研究に多くの努力が注がれてきました。脊髄刺激・脊髄誘発電位は麻酔の種類を問わず、手術操作を妨げにくく、安定して記録できることが利点でしたが、false negative の存在が最大の問題点でした。これを解決するために、脊髄刺激・脊髄誘発電位に錐体路電位が含まれるか否かが議論されました。結論は錐体路電位の確実な存在は証明できませんでした。やがて高エネルギー刺激装置が開発されると、頭蓋骨を高エネルギーで刺激することにより大脳や脳幹部を刺激して下行性電位を取れば錐体路電位が取れるのではないかと考えられました。これが頭蓋電気刺激・脊髄誘発電位（現在のいわゆる D-wave）です。これはやはり麻酔の影響を受けにくく、錐体路電位を含み、脊髄刺激・脊髄誘発電位と併用することによってモニタリングの精度を向上させることができましたが、脊髄円錐部から尾側のモニタリングができないことが欠点でした。やがて高エネルギーを、1000 分の 1 秒スケールの高頻度で与えることによって脊髄前角部でシナプスを超えて下位運動ニューロンを発火させることにより運動誘発電位 MEP を記録することができるようになりました。ご存知のようにこの電位の最大の問題点は false positive です。本講演では過去の動物実験のデータよりこれらの電位の起源を説明します。動物実験の最大の問題点は種族特異性です。動物によって中枢神経の構造が異なるため、あくまでその動物での事実であることが限界です。利点は生理学の手法に則り、微弱な電流で current spread を少なくし神経の精密な刺激ができること、脊髄で索路を選択的に破壊して伝導路を調べることができることなど多岐に涉ります。

シンポジウム 1

脳神経外科の立場から

信州大学医学部脳神経外科

後藤哲哉

対象疾患：脳神経外科の手術操作ではとくに血管閉塞と剥離操作の2つの病態を分けてモニタリングする必要がある。血管を一時的に遮断して、遮断により変化がおき、遮断が解除され元に戻った場合は陽性と判断できる。剥離操作では圧迫、挫滅や変性、微小な血管の閉塞などにより障害が発生する。圧迫は一過性の変化であるが、挫滅などでは遅発性、不可逆性の変化をきたすと考えられる。血管閉塞では遮断前後を評価すれば良いのに対して、剥離操作では、その神経回路に障害が始まる操作の前から、操作終了と決めるまでの長時間をモニタリングする必要がある。血管障害では脳動脈瘤、頸動脈狭窄。剥離操作では脳腫瘍（髄内、髄外）の病態を理解する。

知っておきたいこと：モニタリング結果と術後機能については、一致しないことを理解しておくべきである。中枢神経では神経可塑による術後の機能回復の可能性はある。術後の虚血進行に伴う障害の出現は術中モニタリングでは推測不能である。たとえば運動誘発電位で測定している一次運動野から皮質脊髄路の機能が完全に保たれているとしても、運動前野や補足運動野の障害、錐体外路の障害により術後は運動麻痺が起り得る。この現実を理解したうえで、モニタリング結果を術中に術者と共有すべきである。

できなければいけないこと：脳神経外科領域において、電気生理学的学的検査による術中モニタリングでは、体性感覚誘発電位、聴覚脳幹誘発電位、運動誘発電位、視覚誘発電位を利用したモニタリング、マッピング、各種脳神経モニタリング、マッピングが利用されている。もちろん術中モニタリングといっても一般的な検査室で行う誘発電位測定方法を順守した方法が推奨される。神経回路の一部に刺激を加え、手術操作をする部位を挟んで記録する誘発電位の手法では、刺激位置、記録位置と手術操作の位置を常に念頭に置き、術中モニタリングの方法を誤らないことが最も重要である。

シンポジウム2

整形外科の立場から

東京医科歯科大学先端技術医療応用学講座 川端茂徳

整形外科手術での術中神経モニタリングは、脊椎から四肢までの神経障害が危惧される手術が適応となる。モニタリングの対象は、脊髄、馬尾、神経根、末梢神経であり、対象やリスクに考慮したモニタリング法をおこなう必要がある。したがって、各種モニタリング法に関する知識、一般的なモニタリング法についての技能が必要になる。そして、手術チームの一員として、疾患・手術手技ごとに適切なモニタリング計画を立て、適切なタイミングでモニタリングをおこない、その結果（波形の変化）をチームに報告できなくてはならない。また、整形外科手術ではインプラントを扱うことが多いため、手術室内での清潔行動について理解し、適切に行動できなくてはならない。

本発表では、モニタリング専門医・専門技師に必要な知識と技能について提示し、会場の皆様と意見交換したいと考える。

シンポジウム3

麻酔科の立場から

国立循環器病研究センター麻酔科 吉谷健司

日本臨床神経生理学会では、モニタリング専門医・専門技師制度にむけて鋭意準備を進めている。麻酔関連としては、やはり問題になるのは誘発電位と麻酔薬、鎮痛薬、筋弛緩薬との関係が重要になる。誘発電位は、主に脳外科、整形外科領域で用いられるが、下行大動脈、胸腹部大動脈に対する大血管手術でも重要位置を占める。

誘発電位を用いる場合、各手術の手技上での留意点は手術を行う外科医が関与するが、麻酔科としては各手術における麻酔に関連する特性、特に大血管手術では脳外科、整形外科手術では行われない人工心肺を用いることが誘発電位の解釈、実施に影響をもたらすことになる。

今回の専門医、専門技師制度に関しては、こういった、麻酔関連上の、問題点、留意点を中心にカリキュラムを作成している。これらの点について概観してみたい。

シンポジウム 4

検査技師の立場から

Brain Function 丸田雄一

検査技師が担当するカリキュラム案の領域は、モニタリング技術に関連する事項および手術室環境における感染予防を中心とした物である。具体的には、筋電計の設定（フィルタ、雑音、感度、周波数特性など）、電気刺激の原理（定電流・定電圧刺激、トレイン刺激）、記録用表面電極の特性と設置、記録用皮下針電極の特性と設置、刺激用表面電極の特性と設置、刺激用経頭蓋電極の特性と設置、脊椎硬膜外および硬膜外腔電極の特性と設置および空気清浄度クラス 清潔区域、消毒、滅菌、血液や体液で汚染された物の処理、職業感染の防止、手術室でのチーム医療、一般的な生体モニタリング装置（心電計、パルスオキシメーター等）等である。

本発表においては、それらの解説に加えて、さらに必要と思われる項目を追加して説明し、これに伴う、カリキュラム案の修正に関する提案をした後に、参加者と共にカリキュラム案に関する議論を行いたいと考えている。