

検査手技の基本～正確な検査結果を目指す～

1. 「心電図」

◎松重 智大¹⁾

社会医療法人同愛会 博愛病院¹⁾

【はじめに】

心電図検査は心臓疾患のスクリーニングとして簡便かつ迅速に行える有用な検査である。検査手技は比較的簡単であるが、実際の現場では患者の状態や検査を行う環境によって心電図記録が難しい状況に遭遇することがある。様々な状況下において正確な心電図波形を臨床へ返すのは臨床検査技師の重要な役割である。そして検査者は第一判読者となるため、技師の知識そのものがその後の対応の鍵となってくる場合がある。

本セッションでは、心電図検査の基本に立ち返り、検査を行う上での注意すべき点と判読に必要な知識の重要性について述べてみたい。

【検査手技で注意すべき点】

心電図検査手技で重要なのは電極を正しい位置に装着することである。肢誘導はそれほど難しくはないが、胸部誘導は患者の体型によって肋間を探すのが難しく、装着に苦慮する場合がある。まず鎖骨下のくぼみ（第一肋間）もしくは胸骨角下のくぼみ（第二肋間）を見つけなければならないが胸板の厚い患者や肥満患者では分かりにくいことが多い。その場合はいつもより少し力強く押さえると良い。ただし、その際には必ず患者に強く圧迫する旨を伝え、了承を得てから行うことでトラブルを回避できると考える。

患者の状態によっては以下のような理由により通常
の電極位置に装着できない、もしくはアーチファクトが混入する場合がある。

- 四肢の切断術後
- 体動もしくは振戦
- 移乗困難のため仰臥位になれない（座位）
- 体に力が入ってしまう
- 乾燥肌
- 交流障害

これらの状況にしっかりと対処することが重要であるが、どうしても安静仰臥位で記録できない場合やアーチファクトを除去できない場合にその旨をコメントなどで記載し臨床側に伝えることも重要である。また、病棟や救急外来といった生理検査室以外での検査等、通常とは異なる状況下においては電極の付け間違いなどの検査者側の問題も生じてくるため、より一層注意を払って検査を行う必要がある。

【当院ドック健診センターにおける心電図判読運用】

当院にはドック健診センターがあり検査技師が全ての健診受診者の心電図検査を行っている。心電図を記録する際に患者と対話し、心疾患の既往歴や症状の有無を確認した上で心電図波形の判読を行う。

心電計の自動解析結果が要精査に該当する場合、結果の妥当性を確かめる。また、必要であれば再度記録を行う。当院での検査歴があれば波形を比較し、波形変化の有無を患者から得た情報（精密検査歴や症状の有無）と併せて心電図コメントに記載する。緊急性の高い場合は直接医師に連絡をしている。

【まとめ】

心電図検査は簡便な検査ではあるが、患者の状態によっては記録が困難な場合もある。また、心電図をただ記録するのではなく判読も行う必要がある。心電計の自動解析は全て正しいとは限らないため、技師自らが判読できる知識を身につけなければならない。判読をルーチンの中に組み込むことで正常から異常波形まで様々な症例に触れ、技師間でディスカッションすることにより判読力向上にもつながる。

正確な心電図波形を記録するのはもちろんのこと、様々な状況への対応や、心電図波形の判読が臨床検査技師に求められる心電図検査であると考える。

連絡先：0859-29-1100（内線：4493）

検査手技の基本～正確な検査結果を目指す～

2. 「呼吸機能」

◎平田 理恵¹⁾

公益財団法人 大原記念倉敷中央医療機構 倉敷中央病院¹⁾

【はじめに】呼吸機能検査は肺疾患の診断や経過観察、手術の術前・術後の評価等を目的とする。患者努力の必要とする検査であり、検査技師の技量も結果に影響する。そのため検査技師の検査に対する理解や患者ごとに適した対応が重要である。今回は、肺活量、努力性肺活量、残気量測定、肺拡散能力の検査について基本的な手技や手技のポイントを解説する。2021年7月に日本呼吸器学会から呼吸機能検査ハンドブックが発行され、17年ぶりにガイドラインが改訂されたため変更点を踏まえ、妥当性評価、再現性の確認、有効な検査結果の選択の仕方を説明する。

【検査前準備】機器の準備を行い、校正が必要な場合は実施しておく。予測式に使用するため、正確な身長・体重の測定を行う。体位(仰臥位では肺活量が減少するため)・姿勢(円背など)・服装(ベルトやコルセットなどの締め付けがない)・検査時の体調(咳・痰・息切れ等の自覚症状など) 既往歴、喫煙歴、気管支拡張薬使用の有無について確認する。

【肺活量】肺活量測定では安静呼吸から最大呼気、最大吸気、最大呼気を行い、吸気肺活量の後呼気肺活量を測定する。妥当性があるかの確認は①安静呼気位が安定②最大呼気位と最大吸気位のプラトーが確認できる③吸気肺活量=呼気肺活量の3点について行う。妥当な2回以上の測定結果で再現性を判断する。最大肺活量と2番目に大きい肺活量の差が0.15L以下及び最大肺活量の10%以下であることを確認し、最大の肺活量の結果を選択する。以前のガイドラインでは最大肺活量と2番目に大きい肺活量の差が0.2L以内であった。再現性の基準について変更されているので注意が必要である。

【努力性肺活量】努力性肺活量では妥当性についての採択基準に変更がある。呼気開始が良好であることを確認するために、外挿気量が0.1Lあるいは努力性肺活量の5%のいずれか大きい方より少ないこととあり、以前のガイドラインでは0.15Lあるいは努力性肺活量の5%のいずれか大きい方であったので外挿気量について変更されている。また追加で欧米の学会では努力呼気終了後に努力吸気肺活量を測定することが推奨されており、努力性肺活量と努力吸気肺活量の差が0.1Lあるいは努力性肺活量の5%のいずれか大きい値

より少ないことが妥当性を判断する基準のひとつとなっている。再現性では妥当な測定結果3回を比較し、①最大の努力性肺活量と2番目に大きい努力性肺活量の差、最大の一秒量と2番目に大きい一秒量の差が0.15L以下であることが基準となっている。以前のガイドラインでは最大の努力性肺活量と2番目に大きい努力性肺活量の差、最大の一秒量と2番目に大きい一秒量の差が0.2L以下であることとなっていたので、変更点に注意する。

【機能的残気量】測定時の注意点として①測定中は座位で背筋を伸ばした姿勢を保つこと②口元のリークに注意し、安静呼気位が安定していること③ He 濃度の変化がはじめは急峻で測定後半では緩やかになっていることの3点が挙げられる。以前のガイドラインには機能的残気量についての記載はなかった。

【肺拡散能力検査】以前のガイドラインでは、再現性の基準について記載がなかったが今回は、妥当性のある2つの測定値の差が2mL/min/Torr以内であることとなっている。2回以上測定を行う場合は肺内ガスの洗い出しのため数回の深呼吸を指示し、5分以上空け被検者の呼吸が安定したあとに再測定する。肺内ガス不均等がある場合、さらに時間を空けるのが望ましい。前回のガイドラインでは4分以上となっているため、肺内ガスの洗い出し時間が長くなっている。妥当性は①吸気が4秒以内に終了し、肺活量あるいは努力性肺活量の90%以上を吸入していること②息こらえが安定していて回路から息漏れがなく、息こらえの時間が9~11秒の間であること③4秒以内に呼出が終了し、死腔洗い出し量、測定容量が適切であることの3点を確認する。

【まとめ】患者の努力に検査結果は依存するため、患者の十分な理解と協力が不可欠である。そのために患者の状態を常に観察することや良好なコミュニケーションを行うことが重要である。数多くの症例を経験することにより、患者の状態にあった検査の進め方、最良な検査結果の選択ができ自信をもって正確な検査結果を臨床に提示できるようなる。

(連絡先) 086-422-0210 内線 : 6135

検査手技の基本～正確な検査結果を目指す～

3. 「これだけは押さえよう！脳波測定のピットフォール」

◎岡本 哲也¹⁾、大栗 聖由²⁾

おさか脳神経外科病院¹⁾、香川県立保健医療大学²⁾

「はじめに」

脳波に関してマイナスのイメージを持っている方は多いと思われる。しかし、生理検査の中では比較的検査数が多い検査の一つである。そのため、ルチン化された内容で流れ作業の様に施行されている検査の一つになっている可能性がある。そこで、今回は「脳波のMEと測定手技」、「導出法」、「賦活法」の3つの観点から脳波測定にさらに一步踏み込んで、脳波に興味を持ってもらう内容をお伝えしたい。

「脳波計のMEと測定手技」

脳波計は、アナログ脳波計とデジタル脳波計に区別できる。その違いは、デジタル脳波計では脳波判読時にモニタージュの変更（リモニタージュ）とフィルタの変更（リフィルタリング）を行えることである。リモニタージュならびにフィルタ変更が可能な理由は、システムリファレンスの存在である。システムリファレンスとは、脳波を測定する際に共通のリファレンスに対する電位を測定して記録しておくことである。これを行うことで、全ての記録は共通のシステムリファレンスの電位として記録され、判読時にリモニタージュが可能となる。次に、各種フィルタを使用する場合、注意が必要である。低域遮断フィルタは、汗や静電気による基線の動揺が起きた際に、その影響を軽減させることが可能である。しかし、多用すると脳波の徐波まで抑制されてしまうため、てんかんや意識障害による徐波の評価が大事な場面では注意が必要である。また、高域遮断フィルタは、筋電図など高周波成分のアーチファクト除去に適している。しかし、多用すると筋電図の速波成分が除去され、あたかも脳波の一部の様に見えてしまう場合がある。そのため、基本的に60Hzまでのフィルタを使用する。ACフィルタは、交流波形などを消去するのに非常に便利だが、電極つけ忘れや電極外れによる交流成分も除去されてしまうため、基本的に使用せず記録を行う。ICUなど交流雑音を除去しきれない環境で行う場合は、適宜使用する必要がある。脳波測定の際は、事前に電極コードを束ね、電極の色によって電極配置場所を事前に定義しておく、電極装着の時間短縮に繋がる。

「導出法」

日常業務でよく使用される導出法は、基準電極導出

法と双極導出法である。基準電極導出法は、頭皮上の電極と耳朶電極の間で脳波を記録する。この誘導は、左右差や半球性の異常を見つけやすい特徴がある。焦点近くの誘導で棘波や鋭波の振幅が一番高くなるため、視覚的に局在性を見つけやすい特徴もある。しかし、耳朶の活性化が起こりやすく、局在性の判定には双極導出を併用することが重要である。双極導出法は、頭皮上2点の電極間における電位差を記録する方法で、Fp1-F3のような縦方向やFp1-Fp2のような横方向で記録することが一般的である。棘波や鋭波が見られた際は、位相逆転の有無により局在性を検討することができる。

「賦活法」

現在、脳波でよく用いられている賦活法は、開閉眼、過呼吸、閃光刺激と睡眠賦活である。まず、開閉眼は目を開いた際に α 波ブロッキングを誘発することができる。また、開眼による異常波の顕在化や閉眼直後に発生しやすい突発波の出現にも注意が必要である。過呼吸は、欠神発作を誘発する賦活法としてよく用いられているが、高齢者に行う際には注意が必要である。理由として、重篤な心疾患、急性期脳血管障害、呼吸不全を伴っている患者に対して行うと、状態が悪化してしまう可能性がある。閃光刺激は、特発性全般てんかんなどで棘徐波複合の誘発に適した賦活ではあるが、覚醒状態を維持した状態で検査を行う必要がある。そのため、閃光刺激中は声かけを行い、閃光の間で開閉眼をさせるなど、覚醒状態を維持することが重要である。睡眠賦活は、睡眠中（特に覚醒～軽睡眠期への移行時）に出現しやすい突発波の記録に適している。記録開始時に眠気が起きた場合は先に睡眠賦活を行い、後半から覚醒させて他の賦活を行うなどの対応を行うようにする。

「まとめ」

今回、脳波を記録するうえで特に注意していただきたい点について述べた。日常業務の中の脳波検査において、今回の内容に注意することで一步踏み込んだ脳波の記録が可能になると思われる。そして、“きれいな脳波”を記録することで脳波に興味を湧き、明日からの臨床検査に少しでも還元できれば幸甚である。

連絡先 087-886-3300

検査手技の基本～正確な検査結果を目指す～

4. 「神経伝導」

◎小谷 唯菜¹⁾

高知大学医学部附属病院¹⁾

【神経伝導検査とは】

当該検査は、末梢神経を電気生理学的に評価することにより臨床診断の一助とすることを目的に実施される検査で、末梢神経に人為的に電気刺激を加え、目的とする神経や支配筋を興奮させることによって体表面から得られる活動電位を記録するものであり、運動神経伝導検査と感覚神経伝導検査に大別される。当該検査を実施し、活動電位の伝導速度や波形の振幅及び潜時などから機能の評価をすることで、末梢神経障害の有無、病変の分布、病態の識別、および重症度などを明らかにすることができる。

【実際の検査】

1. 患者の観察や問診

患者を検査室に案内する際には、歩行の様子やベッドへの移乗の様子をよく観察し、運動障害の有無を確認する。検査前には筋力低下や感覚障害の有無、症状に左右差があるかなど問診を行い、その後の電極設置の際には患者の手足が神経障害による特徴的な肢位となっていないかを注視することでスムーズな検査に繋がる。

2. 電極設置

入室後はベッド上で検査に適した体位をとり、患者に探査電極・基準電極・アース・皮膚温度センサーを設置する。運動神経伝導検査では複合筋活動電位を記録するため、探査電極（－）は筋腹中央に、基準電極（＋）は電位が発生しないと仮定される腱上に配置する（Belly-tendon法）。感覚神経伝導検査では、被検神経の走行上に探査電極（－）と基準電極（＋）を配置する。

3. 刺激

神経ごとに定められた位置で刺激を開始する。波形の立ち上がりが確認できた位置で刺激電極を固定し、振幅が最大となった刺激強度から2割程度さらに刺激を上げる。振幅がこれ以上上がらない最大上刺激であることを必ず確認し、刺激を停止する。感覚神経であれば得られる波形振幅が非常に小さいため加算平均を行う。刺激中は患者の刺激による筋肉の動きを観察し、目的の神経を刺激できているのか確認する。刺激した2点間の距離、また感覚神経であれば探査電極から刺

激位置の距離を測定し、神経伝導速度を算出する。

4. アーチファクト対策

電極設置の際にはアルコール綿などでよく清拭する。皮膚の角化が強い患者はスキンペーストも使用し、皮膚抵抗を落としておくと基線の揺れなどのアーチファクト混入が少ない波形が得られる。

また刺激時に基線の揺れが混入する場合は刺激電極の陰極側を固定し、陽極側をやや回転させると基線の揺れが解消されることがある。

その他、交流の混入・筋電図の混入などアーチファクトの要因は様々であるが解釈しやすい波形を導出できるよう尽力する。

上記の基本手技で、適切な波形が得られない際は病態によるものか、または技術的エラーによるものかを判別するために再検を行う。探査電極・基準電極の位置は適正か、刺激強度は十分であるか、神経破格はないか、距離の測り間違いはないかなど、検査結果に影響する様々な因子を考える必要がある。神経伝導検査は痛みを伴う侵襲性のある検査であり、むやみに繰り返す再検は患者にさらに苦痛を与え、患者由来の筋電図混入などにより、さらに結果が得られにくくなることが予想される。結果に影響を与えうる因子についてもよく理解し、必要最低限の再検で信頼性の高い結果を得ることが望まれる。

【まとめ】

神経伝導検査は末梢神経障害の機能的診断に有用であるが、検査の精度や信頼性は検査担当者の知識と技術に大きく依存するため、担当者には記録された波形が信頼できる結果なのか、技術的エラーが含まれていないかを識別する能力が要求される。知識不足や未熟な技術による検査は信頼性を欠くばかりではなく、侵襲性がある検査ゆえに患者に大きな苦痛や不快感を与えるため、神経の解剖的走行の把握と各被検神経の基本的な手技の習得に加え、アーチファクト対策を徹底し、信頼性の高い結果が出せるよう研鑽を積む必要がある。