

呼吸機能領域(VC、FVC、機能的残気量、肺拡散能力の検査のポイントを押さえながら)

◎島崎 睦¹⁾
高知大学医学部附属病院¹⁾

呼吸機能領域

(VC、FVC、機能的残気量、肺拡散能力の検査のポイントを押さえながら)

高知大学医学部附属病院医療技術部臨床検査部門 島崎 睦

医療現場では、信頼性の高い肺機能検査結果を得るにあたり、臨床検査技師の果たす役割は大きい。検査時に最大努力を引き出させているか見極めるための知識、判断力、声掛けの技術などが必要であり、それに加えて機器の精度管理を適切に行うことも重要である。

2021年、日本呼吸器学会から「呼吸機能検査ハンドブック」が発刊された。呼吸機能検査に関する基本的な知識や手法、結果解釈の仕方、精度管理の手法などが記載されている。呼吸機能検査（肺機能検査、肺拡散機能測定など）の標準的な手順や検査結果の妥当性、再現性、採択基準について解説している。肺機能検査は、患者の肺機能を評価することで、疾患の進行度や治療効果をモニタリングすること、手術のリスク評価にも使用されている。肺機能検査を行う上でのポイントをいくつか紹介する。

1. 十分な指導と準備：患者に対して事前に検査の手順や目的、協力が必要な点を丁寧に説明する。患者が検査の要領を理解し、協力できるようにすることが重要である。
2. 正しい姿勢と呼吸法：検査の正確性に影響するため、正しい姿勢と呼吸法を守ることが重要である。患者には背筋を伸ばし、深呼吸をするよう指示する。
3. 繰り返しのトライアル：肺機能検査では、複数回のトライアルを行うことがあり、患者に対してトライアルの回数や休憩時間を説明し、適切な休憩を取らせる。
4. テクニックの適用：各種の肺機能検査には特定のテクニックがある。検査を実施する際には、正確な手順とテクニックを守る。熟練した専門家や技術者の指導を受けることが望ましい。
5. パラメータの正常値と比較：検査結果を解釈する際には、患者の性別、年齢、身長から算出される予測値と比較することが重要である。正常値からの逸脱がある場合、それが臨床的に矛盾しないか判断する必要がある。

患者の協力が必要不可欠な検査であり、改善したほうが良い点があれば的確に説明し検査を進める。検査時には過度の負担がかからないよう注意し、常に患者の状態を観察しながら検査を進めていくことが大切である。肺機能検査の技術的な知識だけでなく、各疾患の病態生理についても理解し、知識を深め、経験を積み、積極的にスキルアップを図ることは信頼性の高い結果を得ることに繋がる。具体的な内容については、当日、症例を交えて解説する。今回の講演内容が、基本的なことの振り返りやステップアップの一助となれば幸いである。

神経生理領域（神経伝導速度を中心に）

◎高森 稔弘¹⁾

国立大学法人 鳥取大学医学部附属病院¹⁾

【はじめに】

神経伝導検査（Nerve conduction study, NCS）は末梢神経を皮膚上で人為的に電気刺激し、目的とする神経や支配筋を興奮させることで誘発された電位を記録する検査である。得られた波形の振幅や伝導速度を評価することによって末梢神経や脊髄疾患等の診断、病態の把握に有用である。NCSは大きく分けて運動神経刺激によって筋肉で誘発された波形を記録する運動神経伝導検査（Motor nerve conduction study, MCS）と、感覚神経刺激によって感覚神経自体の電位の波形を記録する感覚神経伝導検査（Sensory nerve conduction study, SCS）がある。NCSでは、得られた波形の振幅、潜時、持続時間および伝導速度を評価する。振幅は正常な軸索の数を反映し、軸索変性が生じると振幅が低下する。脱髄が生じた場合は潜時が延長し、伝導速度の低下が認められる。持続時間は神経伝導の同期性を反映する。びまん性脱髄が生じると、同期性が低下し時間的分散が認められた結果、持続時間が延長する。NCSで得られた波形において注意すべき所見を検査技術的な問題から生じる波形変化、正常例でも起こりうる波形変化、疾患症例における波形所見に分けて解説する。

【検査技術的な問題から生じる波形変化】

検査手技編ではMCSにおける初期陽性波の混入、刺激の波及（current spread）、皮膚温の管理、筋収縮の程度による波形変化、刺激によるアーチファクト、およびフィルターの影響等について解説する。MCSの電極装着は筋腹-腱（Belly-tendon）法に則り、記録電極を筋の筋腹、基準電極を腱に装着する。電極位置がずれてしまうと記録波形に初期陽性の混入や振幅の低下を認める。刺激の波及とは、刺激位置や刺激強度などにより検査対象以外の神経も同時に興奮してしまう現象である。末梢側刺激の誘発波形よりも中枢側の方が高振幅な波形が得られた場合には刺激の波及が疑われる。上肢では腋窩やErb点、下肢では膝窩部で刺激の波及が生じやすいとされている。皮膚温はNCSのパラメータに影響を与える要因のひとつであり、測定部位の皮膚温を一定範囲内に管理する必要がある。神経を含む組織の温度が低下すると、伝導速度の低下、振幅の増大を認めるため、ホットパックやドライヤー等で患者の測定部位を温める必要がある。

【正常例でも起こりうる波形変化】

正常例編では神経破格、浮腫による影響について解説する。神経破格とは、神経線維が本来の走行とは異なる部位を走行することを示し、NCSではMartin-Gruber 吻合（MG 吻合）と副深腓骨神経が存在すると波形に変化を及ぼす。MG 吻合は前腕部で正中神経から尺骨神経に神経線維が連絡する吻合枝であり、30%程度の正常人に存在するとされている。確認のためには正中神経を肘部近位から刺激し、小指外転筋から誘発波が記録されることでMG 吻合の存在が証明される。副深腓骨神経は浅腓骨神経が延長し、外踝後方を走行した後に足背に回って短趾伸筋を支配するもので20~30%程度の正常人で認められるとされている。確認のためには外踝後方を刺激し、短趾伸筋から誘発波が記録されることで副深腓骨神経の存在が証明される。

【疾患症例における波形所見】

疾患症例編では脱髄性疾患と軸索変性疾患の鑑別、腕神経叢障害や脊髄・脊椎病変の診断等について解説する。神経障害の様式は髄鞘が障害されて軸索から剥離される脱髄と軸索自体が障害される軸索変性に大別される。慢性炎症性脱髄性多発ニューロパチー（chronic inflammatory demyelinating polyneuropathy, CIDP）やCharcot-Marie-Tooth 病などが脱髄性疾患であり、NCSでは主に潜時延長や時間的分散（temporal dispersion）が認められる。対して糖尿病性ニューロパチー等は軸索変性疾患であり、NCSでは主に振幅の低下を認める。腕神経叢障害もしくは脊髄・脊椎病変では複数の神経を検査することで障害の局在性を診断することが可能である。正中神経MCSはT1 髄節、正中神経SCSはC7 髄節、尺骨神経MCS・SCSはC8 髄節に相当しており、局在性の診断に貢献できる。

【まとめ】

神経伝導検査は末梢神経疾患、脊髄疾患等の機能的診断に有用であるが、神経障害のみではなく技術的な問題や神経破格でNCSのパラメータは変化することがある。また、結果の解釈には電気生理学的知識のみではなく、神経走行や支配筋などに関する解剖学的知識も必要となる。

連絡先 0859-38-6823

血管領域 (ABI・SPPを中心に、下肢動脈エコー検査まで)

◎宮内 隆光¹⁾
松山赤十字病院¹⁾

【はじめに】近年、食の欧米化と高齢化に伴い末梢動脈疾患は増加の一途を辿っている。その中でも下肢閉塞性動脈疾患 (lower extremity artery disease:LEAD) は最も多く、冠動脈、脳血管疾患と並ぶ動脈硬化性疾患として認識されている。LEAD の診断には様々な検査法があるが、足関節上腕血圧比 (ankle-brachial index :ABI) 検査は最も広く普及し、スクリーニング検査として幅広く施行されている。また、皮膚灌流圧 (skin perfusion pressure: SPP) 検査は、ABI 検査では把握できない微小循環を評価することができ、包括的慢性高度下肢虚血患者の虚血重症度評価において重要な役割を担っている。今回は、LEAD 診断に必要不可欠な ABI、SPP 検査を中心に解説していきたい。

【ABI 検査】オシロメトリック法 (振動法) を用いた自動血圧脈波測定装置について解説する。四肢に装着した血圧カフにて同時相における血圧を測定する。カフで四肢を駆血した後に減圧していき、動脈から伝わる振動をカフが感知し、振動信号が急激に大きくなった時点の血圧を収縮期血圧として検出する。測定の精度はエンベロープ (振動信号の強度のグラフ) から判断する。ABI 値は「足関節収縮期血圧÷上腕収縮期血圧 (左右の高い方)」にて算出される。安静時 ABI の正常範囲は 1.00~1.40 で 0.91~0.99 は境界域とされ、0.9 以下であると下肢動脈の狭窄、閉塞を認める可能性が極めて高くなる。ここで知っておくべき事として、血圧は狭窄が動脈断面積の 75%以上になってから低下しはじめることである。つまり、ABI 値 0.9 以上は、動脈の狭窄病変が全く無いことを意味するわけではない。そのためオシロメトリック法では PVR (容積脈波) や %mean arterial pressure:%MAP (正常 45%未満)、Upstroke time:UT (正常 180ms 未満)を確認することも重要である。また、ABI 値と臨床所見に乖離を認める場合、特に間欠性跛行があるが ABI 値が 0.91~1.40 である場合にはトレッドミルを用いた運動負荷 ABI 検査が推奨される。安静時には、病変があっても血流と血圧は側副血行路などによって代償されている場合があるため、虚血肢であれば運動負荷により ABI 値が低下する。ABI 値が 1.4 以上を呈する場合は足首において動脈壁の硬化が著しく、動脈がカフで十分に駆血できないため、足首血圧が偽高値を呈している可能性が考え

られる。このような現象は、糖尿病患者や透析患者で見られることが多く、こうした患者における下肢虚血の評価には、動脈石灰化の進行が足首よりも緩徐な足部における血流評価が重要となる。

【SPP 検査】レーザー Doppler 法を用いて皮膚の微小循環を評価する検査で、スクリーニングにおいては足背と足底の評価が基本となる。レーザー Doppler センサーで灌流量をモニタリングしながら、同部位をカフで加圧し血流を遮断する。その後、一定の速度でカフを減圧し、遮断されていた血流が再開しはじめたカフ圧を SPP 値とする。SPP 測定時は安静が必要であるため、疼痛の訴えが強い場合や不随意運動がある場合には正確な値を測定することが困難である。したがって、SPP 値のみだけではなく、灌流量を計測したグラフを見て、その値が正確に計測できているか確認することが重要である。SPP 検査は ABI 検査では評価が困難な高度石灰化症例でも計測可能で、虚血の診断とともに、虚血性潰瘍や切端断における治癒の可能性の評価にも有用である。一般的に SPP 値が 30~40mmHg 未満では創傷治癒の可能性が低いとされる。

【下肢動脈超音波検査】機能的検査にて LEAD が疑われた場合、画像検査にて病変部位の同定を行う。下肢動脈超音波検査の長所は低侵襲であることに加え、生理的な評価もできることである。断層法にて動脈の狭窄の程度を肉眼的に評価する解剖学的評価と、Doppler 法にて狭窄部の血流速度を測定することで狭窄の程度を評価する血行動態的評価、これら 2 つの観点からの評価が同時に可能である。

【さいごに】2022 年に改訂された末梢動脈疾患ガイドラインでも LEAD において、無侵襲診断による機能評価は、病態の評価、ならびに治療方針の決定や治療効果の判定に有用とされている。また、画像検査を組み合わせることで、より精度の高い診断が可能とされる。ただ、ABI、SPP 検査は高度なテクニックが不要で誰でもすぐに操作を修得できる一方で、測定結果の正しい判読を身につけていなければピットホールに陥ることがある。診断精度を高めるためには、検査者はその特性を十分理解し、身体所見や患者の訴え、および他の検査結果を踏まえながら評価を行うことが重要である。 連絡先 089-924-1111

循環器領域（心電図・心エコー検査を救急で遭遇する症例を中心に）

◎遠藤 桂輔¹⁾、丸尾 健²⁾

公益財団法人 大原記念倉敷中央医療機構 倉敷中央病院 臨床検査技術部¹⁾、循環器内科²⁾

私たちソノグラファーは、検査室で心エコー検査を行うことが多いが、検査室では比較的状态の落ち着いた患者さんを、左側臥位で息とめを行いながら検査を行っていることが多い。つまりある程度時間的な余裕があり、また、画像描出の条件も良い状態で検査を行っているといえる。しかし、時に、非常に重篤な患者さんが検査室に来ることがある。重篤な患者さんに対しては、通常の流れでルーチン検査を時間をかけてすることはできないし、してはいけない。即急に医師に報告するとともに、観察可能な断面で、短時間で正確な検査を行い、適切な処置を行わなければ、救命が難しくなる場合もある。つまり、検査室でルーチン検査を行っているソノグラファーであっても、救急センターで行う心エコーの知識や技術が必要であるということになる。

日本超音波医学会から直ちに対応すべき緊急所見として、急性冠症候群(ACS)、心タンポナーデ、急性大動脈解離、急性肺血栓塞栓症、新規可動性心腔内腫瘍、急性心筋梗塞に伴う心室中隔穿孔(VSP)、新規仮性心室腫瘍、乳頭筋・腱索断裂に伴う急性 severe MR、新規重症左室流出路狭窄、重篤な不整脈が挙げられている。これらの疾患は、検査室でも十分経験する可能性があり、気づかずに検査を続けてしまい、検査室で急変するということがあってはならない。今回、緊急度の高い症例をいかにして気づき、そして、どのように評価を行っていくか、症例を交えて解説を行いたい。