

2-C-8 呼吸筋電図の検討

公立昭和病院救急医学科(ICU)、東京大学医科学研究所附属病院手術部*

繁田正毅、山本博俊、杉田学、岡田保誠、坂本哲也、山田芳嗣*

我々はこれまでに呼吸筋の活動性の指標である呼吸筋発生圧Pmusを計算で求める方法を示したが、今回はより直接的な呼吸筋電図について検討を行った。

【対象と方法】

健康成人から食道内電極及び表面電極を用いて呼吸筋電図及び心電図を導出した。Nakamuraらが脳波で用いた方法 (Electroencephalography and clinical neurophysiology, 1987) を用いて心電図を除去した。すなわち心電図のR波をトリガーとして前後400msecを取り込み3拍の心電図波形を平均化して心電図信号が強調された波形を作り、筋電図原波形からこの平均化心電図波形を差し引くことで筋電図のみの波形を得た。これを積分して呼吸筋活動性を表す波形を得た。

この呼吸筋活動波形を用いて、TTLモデル肺に接続したベンチレーターを駆動した。すなわち上記呼吸筋電図積分波形に適当なゲインをかけてアナログ出力し、サーボベンチレーター300のPEEP値の外部コントロール端子に接続して気道内圧をコントロールした。

また同一被検者の呼吸筋電図積分波形と食道内圧を同時記録した。

【結果】

なめらかな呼吸筋電図の積分波形が得られた。積分波形では本来の波形の後に小さな漸減するアーチファクト波形が重畳した(下図)。

この積分波形を用いて、なめらかな気道内圧の人工呼吸を行うことができた。食道内圧との比較では、食道内圧の変化に等しいと思われる筋電図の積分波形が得られた。しかし、食道内圧波形と得られた波形には約400msec程度の遅れがあった。

【考察】

呼吸筋の活動性を評価するためには多くの方法があるが、呼吸筋電図もそのひとつである。しかしこれ

を利用するためには、筋電図に対して圧倒的に高電位である心電図の問題を解決する必要がある。歴史的に心電図の除去の試みがなされてきたが、いずれも臨床的に使用できるに至っていない。今回のような数的手法を用いることによって、横隔膜筋電図が臨床に利用できる可能性が出てきたと言える。

呼吸筋電図積分波形は呼吸筋の発生張力を表すと考えられ、呼吸筋の活動性を反映していると思われる。しかもこれは結果としての胸腔内圧や気道内の気流の変化などを介さないためより直接的な指標であると言え、これを用いることで患者の呼吸筋活動を臨床的に知ることができることになる。

しかし現時点では本当の活動以外にアーチファクトが存在する。これは本来のピークの後に続く漸減する小さなピークであり、本法の必然でもと考えられ、解釈上注意が必要である。また筋電図のみの積分波形を得るためには計算の時間が必要であり、400msec前後の遅れを持っておりリアルタイムには得られていない。このため現時点ではベンチレーターのコントロールを行う目的には十分ではない。

今後サンプリング時間や平均する回数の検討などを行って、現在生じている計算の遅れやアーチファクトが改善されれば、臨床的にまた研究上有用な情報が得られるばかりでなく、より適切な呼吸補助などに応用できる可能性があると考えられる。

【結語】

成人の呼吸筋電図から心電図波形を除去し、呼吸筋活動に関しての有用な情報が得られた。これを用いることで呼吸筋の働き方を臨床的に捉えることが可能となり、今後ベンチレーターのコントロールにも利用できる可能性が示唆された。

図上段
食道内電極から得られた
横隔膜筋電図原波形

図下段
横隔膜筋電図積分波形

