

一般演題

Heart rate variability (HRV) が病態評価に 有用であった有機リン中毒の一例

○立石順久 (たていしよしひさ)^{1) 2)}, 中西加寿也²⁾, 織田成人¹⁾, 安部隆三¹⁾

¹⁾ 千葉大学大学院 医学研究院 救急集中治療医学

²⁾ 成田赤十字病院 救急・集中治療科

キーワード：有機リン中毒, Heart rate variability

【目的】

有機リンはコリンエステラーゼをリン酸化により失活させる。その結果神経終末で分解されずに過剰となったアセチルコリンが縮瞳、徐脈、分泌物の低下等のムスカリン様作用による副交感神経の過剰興奮や、散瞳、頻脈などのニコチン様作用による交感神経の興奮など様々な症状を引き起こす。従来から病勢の評価として用いられる瞳孔径や心拍数、分泌物の量などは副交感神経と交感神経の活動性の総和として現れるため、これだけでは正確な病態の判断は困難と考えられる。そこで我々は自律神経系のモニターとしての有効性が期待される、Heart rate variability (HRV) を用いて病態の把握を試みたので報告する。

【症例】

79歳男性、大量の有機リン製剤を内服し、意識障害をきたしたため来院した。来院後、直ちに気管挿管、胃洗浄、活性炭・下剤投与を行った。来院時徐脈及び上室性不整脈を認め、血圧も低下傾向であったが、PAM 静注と輸液により一時改善を認めた。病室に収容後再び、血圧の低下と乏尿を認め、輸液に対する反応は不良であった。徐脈や分泌亢進などは伴っておらず消化管蠕動も不良であったため、アトロピンは用いずに、PAM の持続投与を開始したところ循環動態は著明に改善した。PAM 持続投与開始時には HRV 周波数解析による交感神経と副交感神経の複合指標とされる low frequency (LF) 成分のピークは多峰性であり心拍フィードバック機構の乱れが示唆された。また副交感神経の指標とされる high frequency (HF) 成分は健常人に比べより大きなピークを示しており、副交感神経の過剰興奮の存在が示唆された。しかし PAM の持続投与により LF のピークは一カ所に集約され、また HF のピークは小さくなり、全体として健常人のパターンに近づいた。この結果から PAM の持続投与が副交感神経の過剰興奮を抑え、また交感神経活動に関しても正常な活動へと改善を示したことが示唆された。以降循環動態は安定したため第5病日に PAM の持続投与を終了し、第37病日退院した。

【結語】

HRV 解析による自律神経活動の評価は、PAM の持続投与の必要性やアトロピンとの使い分けを決定する際の良い指標となる可能性が示唆された。

2 症例における Stroke volume variation, Pleth variability index と SAPV-HF 成分の比較検討

○中村隆治 (なかむらりゅうじ)¹⁾, 江木暁子¹⁾, 佐伯 昇¹⁾, 河本昌志¹⁾, 濱田 宏¹⁾,
アブドゲニ・クトゥルク²⁾, 柴 建次²⁾, 辻 敏夫²⁾

¹⁾ 広島大学大学院 医歯薬学総合研究科 展開医科学専攻病態制御医科学講座 麻酔蘇生学

²⁾ 広島大学大学院 工学研究科 生体システム論研究室

【背景】

人工呼吸中の患者での脈波呼吸性変動は輸液反応性の指標となることが知られている。近年、脈波呼吸性変動を簡便に数値化したモニターとして動脈圧脈波を用いた Vigileo (エドワーズライフサイエンス社) や、指尖光電容積脈波を用いた Radical 7 (マシモジャパン社) が市販された。Vigileo の SVV (Stroke volume variation) や Radical 7 の PVI (Pleth variability index) は、脈波の周波数解析結果との対比では、呼吸サイクルの周波数を含む HF 成分と相関することが予想される。現在、SVV, PVI と、収縮期動脈圧波の HF 成分 (SAPV-HF) を比較した報告はない。そこで今回、SVV, PVI と SAPV-HF の関係を後方視的に検討した。

【対象と方法】

対象は、Vigileo と Radical 7、血圧脈波の経時的記録がある症例とした。Vigileo および Radical 7 の測定値は各々 PC へ外部出力していたデータを用いた。心電図、血圧脈波、光電容積脈波は S5 Anesthesia Monitor (Datex ohmeda) から波形サーバーへ記録されている波形を用いた。心電図は 300Hz、血圧脈波、光電容積脈波は 100Hz で記録されているため、全て 300Hz に直線補間した後、フラクレット WT (大日本住友製薬製) で解析した。光電容積脈波は、振幅を一症例毎に任意に調整し、擬似的に血圧脈波として入力することで、脈波ピークの変動周波数を解析した。解析は人工呼吸中の期間のみ行った。統計処理は SVV, PVI と SAPV-HF の比較は単相関で行い、線形近似式の傾きと重相関係数を算出した。各測定値は、症例毎に最大値を 1、最小値を 0 として標準化を行った。また、SAPV-HF と光電容積脈波ピークの HF 成分 (今回、仮に Photoplethysmogram peak-high frequency : PPGP-HF とする)、ピーク周波数の最頻値を算出した。

【結果】

対象は 2 症例で、2 症例とも重症肝硬変に対する生体部分肝移植症例だった。自律神経障害は認めなかった。呼吸数は 12 回/分だった。ピーク周波数の最頻値は、SAPV-HF で症例 1 : 0.21Hz、症例 2 : 0.24Hz だった。PPGP-HF は症例 1, 2 ともに 0.22Hz だった。SVV と SAPV-HF の近似式の傾きは症例 1 で 0.55 ($R^2=0.17$)、症例 2 で 0.12 ($R^2=0.01$) だった。PVI と SAPV-HF の近似式の傾きは症例 1 で -0.11 ($R^2=0.02$)、症例 2 で傾き < 0.01 ($R^2 < 0.01$) だった。

【結論】

今回検討した生体部分肝移植症例においては、SVV と SAPV-HF は相関する可能性が示唆された。PVI と SAPV-HF には相関が見られず、血圧脈波と光電容積脈波による脈波呼吸性変動強度検出結果は、必ずしも一致するものでない可能性が示唆された。

加速度脈波による Vessel Status Score と脈波伝播速度の 相関性および脈拍変動と心拍変動の相関性の検討

○佐藤祐子 (さとうゆうこ)¹⁾, 原戸美佐子¹⁾, 黒川修二¹⁾,
伊藤 洋¹⁾, 藤原祥裕¹⁾, 小松 徹¹⁾

¹⁾ 愛知医科大学医学部麻酔科学講座

キーワード : electrogastrogram (EGG), blind signal separation (BSS)

加速度脈波 (APG) は指尖容積脈波の二次微分波である。APG は元波形の指尖容積脈波の変曲点を明確にすることにより脈波の中の反射波成分を明らかにするものである。簡単に短時間で測定が可能で被験者への負担が少ないというメリットから、最近ではさまざまな測定機器が発売されている。

APG ハートレーター SA-3000 (メディコア社製) は指尖容積脈波を解析し APG に変換して数値化し動脈硬化の程度を明らかにする装置である。また脈拍変動を測定することができる。今回われわれは APG ハートレーターにより APG と脈拍変動を測定し、同時に formPWV/ABI (オムロンヘルスケア社製) で測定した脈波伝播速度 (PWV) と心拍変動を測定しその相関性につき検討した。

【対 象】

若年健康成人12人 男性4人 女性8人

【方 法】

臥位安静後にまず APG ハートレーターを用いて5分間測定した指尖容積脈波から APG と脈拍変動を測定した。同時に心電計より心拍変動を測定した。具体的には、心電図波形を1msecの間隔でパーソナルコンピュータに取り込み、RR間隔を決定した後、瞬時心拍数を求め高速フーリエ変換によって心拍変動解析を行った。以上を測定後formPWV/ABIにてbaPWVを測定した。

【結 果】

被験者の平均年齢は25.4歳でいずれも高血圧、糖尿病、高脂血症はなかった。APG ハートレーターの Vessel Status Score の平均は73.25で、formPWV/ABI のbaPWVの平均は1065cm/secであった。Vessel Status Score とbaPWVは負の相関を示し $R^2 = 0.55$ であった。また APG ハートレーターの脈拍変動から算出された LF/HF と心拍変動解析から得られた LF/HF は $R^2 = 0.89$ であった。

【考 察】

APG ハートレーターの Vessel Status Score は独自に APG の波形から独自に数値化された値であり、Vessel Status Score が大きいほど血管年齢が若いことを示す。一方 PWV は年齢や高血圧の有無と相関することが示されている。特に年齢に関しては加齢に伴い上昇し、PWV が上昇しているのは全身の動脈硬化が進行を示している。今回動脈硬化因子を有しない若年者という条件付きではあるが Vessel Status Score とbaPWVは強い相関を示した。

また APG ハートレーターにより脈拍変動を測定することにより、従来の心拍変動と同等の精度で自律神経機能を評価することができる可能性が示された。

今後は中高年者や動脈硬化に影響を与える高血圧、糖尿病などの有病者において検討することが必要と考える。

胃電図解析におけるブラインド信号分離の応用

○松本尚浩（まつもとたかひろ）¹⁾，渡邊誠治²⁾，松岡清利³⁾

¹⁾ 水戸済生会総合病院麻酔科，²⁾ 水戸中央クリニック，
³⁾ 九州工業大学大学院生命体工学研究科

キーワード：electrogastrogram (EGG)，blind signal separation (BSS)

【背景】

胃電図 (electrogastrogram: EGG) は心電図と同時期から得られている体表面電極による電気活動モニターであるが，信号とノイズの混合波形であるため，臨床応用が困難であった．我々はブラインド信号分離 (blind signal separation: BSS) を応用して，EEG からの独立成分抽出や胃蠕動運動のシミュレーションを試みたので報告する．

【対象および方法】

対象は研究に関して説明と同意を得られた，消化器通過障害や重症な合併症のない麻酔予定成人患者．胃電図記録は，ニプロ胃電計 EG (株式会社ニプロ，大阪市) を用い，胃電計 EG 専用ソフト EGS (GRAM 株式会社，浦和市) を用いてデータを取り込み，テキスト変換を行った．BSS による解析には，matlab (cybernet社製) を用い，畳み込み混合のための新たな BSS アルゴリズムを用いた．

【結果および考察】

ASA PS#2 の全身麻酔下患者から得られた胃電図波形について，シミュレーションを行った．4 個の独立信号成分が分離され，周波数は，3cpm (cycle per minute)，1cpm 等であった．また，それらの位相を解析することによって，4 個の電極での信号強度が時間的にどのように変化しているかを観察することができた．この信号が胃由来であるならば蠕動の電位をとらえた可能性がある．BSS の手法を用いた胃電データの解析には，原信号の混合過程を瞬時混合であると仮定した報告があるが，実際の混合過程は畳み込み混合であると考えられるため，今回は原信号が瞬時混合される場合の手法を，畳み込み混合を拡張した BSS アルゴリズムを用いた胃電位を抽出すると，分離器の更新則が簡単に表現できた．

【結論】

胃電図解析に BSS を応用し，従来の解析法では得られなかった胃電位の抽出が可能となることが示唆された．BSS 応用により胃電図が臨床応用に近づいたと考えられた．

高周波透射が自律神経活動へ及ぼす作用の検討

笹尾真美¹⁾，○野口いづみ（のぐちいづみ）¹⁾，高野宏二¹⁾，曾我部健¹⁾，深山治久¹⁾

¹⁾ 鶴見大学歯学部歯科麻酔学教室

キーワード：Acceleration plethysmography, Heart rate variability

【背景】

高周波は歯科領域で用いられ，歯周病治療や骨などの組織再生医療での成果が報告されている。また，組織内で生じた抵抗熱による微小血管拡張作用，鎮痛・鎮静作用などの効果も推測されている。しかし，機序については十分明らかではない。一方，加速度脈波計（APG）は指尖容積脈波からの加速度脈波を心電図 R-R 間隔変動（HRV）に反映させ，簡便に自律神経系バランスを測定できる器械である。今回，APG を用いて高周波透射が自律神経活動に及ぼす影響について検討した。

【対象と方法】

対象は健康成人（25～34歳）15名とし，2回の実験を行った。被験者を歯科用ユニットにリクライニング位で10分間安静にさせた後，加速度脈波計 APG ハートレーター SA-3000P（東京医研株）を用いて自律神経バランスを測定した。高周波は高周波照射器 CM-009E（株コスモデンタル）を用い，被験者背部にあてた非接触チップから 510KHz，30W，0.2s で 10分間透射した。さらに別の日に，同様な設定で，非透射（透射音のみ）での測定を行った。2回の実験の順序は無作為とし，透射の有無は測定者と被験者には告げず二重盲検法で行った。透射または非透射の前後の平均脈拍数（HR），HRV の TP，LH，HF および LF/HF について比較検討した（paired t-test, $p < 0.05$ ）。

【結果と考察】

対象を透射前の LF/HF により $LF/HF \geq 1$ を交感神経優位の S 群， $LF/HF < 1$ を副交感神経優位の P 群とし，2群に分けた。HR は透射により S 群と P 群で，非透射では S 群で低下したが，TP は透射の有無に関係なく，S 群と P 群ともに変化なかった。透射により S 群では HF が上昇傾向を示し，LF/HF が低下した。P 群では HF が低下傾向を示し，LF/HF が上昇した。非透射では S 群と P 群とも LF/HF に有意な変化はなかった。

以上のことより，高周波透射は副交感神経系に作用し，交感神経優位の場合は副交感神経活動を賦活，副交感神経優位の場合は副交感神経活動を抑制する可能性が示された。

【結語】

高周波透射は副交感神経活動に影響を及ぼし，自律神経活動を安定化させることが推測された。

負荷心拍変動解析結果も含む レーダーチャート式心身機能表示法の有用性

○後藤幸生（ごとうゆきお）¹⁾，近藤真由¹⁾，伊藤 洋¹⁾，小松 徹¹⁾

¹⁾ 愛知医科大学 麻酔科学

【目的】

安静臥位時の心拍変動周波数解析で得られる LF 成分で交感神経活動と言われるものは、主として脊髄交感神経支配血管活動因子で、われわれが通常臨床現場でイメージしている活動時に発揮された心身交感神経機能と些か異なる感がある。そこで、より現実的にイメージしている生体機能としての交感並びに副交感神経機能の活動具合を簡単に臨床現場で測定できて、その時の自律神経バランス状態や歪み具合、心身の活性化レベル等をグラフィック表示できれば臨床医だけでなく患者側にとっても納得し易く、診療に役立つ実際的なものになると考えられる。

【方法】

広く一般には、安静臥位時の心拍変動周波数解析値で周波数帯0.04から0.4Hzの範囲に限定し、0.15Hzを境にその低周波成分（LF）と高周波成分（HF）powerから交感、副交感の2つのパラメータを算出し、この両者のみで自律神経機能が云々されているが生体機能はもっと複雑なものである。そこで交感、副交感という2指標以外に基本的な生体活力レベルを示すものとして安静臥位での心拍安定度、本人が有する本来の内在活性度、副交感神経機能、そして起立負荷試験（刺激ストレス対応力を想定したテスト）に対する瞬発反応とそれによる活性化の持続性、並びに刺激時の交感神経反応という合計6指標からなる標準正六角形のグラフを先ず正常者多数例の平均値で作成、これを基に医療現場ベッドサイドにおける臥位安静時と起立負荷時の心電図から心拍変動を計数分間測定するだけで簡単にパソコン上の標準正六角形のグラフに on-line で重ね合わせ、グラフィック表示することによって、現在のどのようなバランス状態にあるか、あるいはどのように歪んでいるのかを判定できるソフトを完成した。実際には携帯式心電計（日本光電）からA/D変換カードでパソコンに取り込む方式を用いている。

【結果と結論】

上記方法でこれまで得てきた次の様な成果につき報告する。即ち痛みやうつ状態、生活不活性状態の診断と神経ブロックなどの治療効果を分かり易いグラフィックでその場で示せることは精神的苦痛の緩和にも有意義な場合が多いこと、さらには音楽の癒し効果と活性化効果の証明など代表的な症例を提示する。内外様々な因子の影響で脳・神経、循環系の‘ゆらぎ現象’が自律神経を介して端末臓器つまり心臓のリズムに反映されていることを、本方法によって多角的に心拍変動を解析することで、現在の発達した脳画像診断技術でも動的には読み取れない心身の活力レベルや生体機能のバランスの歪みなどの動きを繰り返し測定検出でき‘全身調節調整機能のありよう’を診断できる有用な方法となる。

拍動間隔ゆらぎ解析値；Balance indexで 寝たきり重度意識障害患者の予後を推測する

○後藤幸生（ごとう ゆきお）¹⁾，近藤真由¹⁾，小松 徹¹⁾，
三木靖雄²⁾，中川 隆²⁾，野口 宏²⁾

¹⁾愛知医科大学麻酔科，²⁾救命救急科

【目的】

地震の予知と同様に，生体内ゆらぎ現象の一つ心拍変動時系列データを読むことによって，ヒトの生命の最後が近いことを予知予測が出来ないものだろうか？今回偶々死亡前の近々に得ていた数例の心拍変動測定データを事後分析しなおし検討を試みた。

【方法】

演者が数年来実施してきた MemCalc/Win (GMS) を用いたいわゆる心拍変動の多角的解析法，特に 1/f like spectral analysis 法に基づく「Balance index (BI)」(交感，副交感 2 者の平衡バランス値で，いわば第三の自律神経機能指標) を用いた。対象は ICU・HCU，病棟における重度の急性慢性の意識障害患者で，無意識下での情動感覚認知の有無を探るのが目的の音楽聴覚刺激を含む Senses challenge test に対するレスポンスから結果を導き出した。すなわち 1) 交感 (LF/HF)，2) 副交感 (HF/TF)，3) Total (T)-BI，4) Sympatho-Vagal (SV)-BI，5) High-side-BI，6) Low-side-BI，7) =‘3)-4)’，8) ‘5)-6)’ で心身活動を示すそれぞれ別の意味を持つ指標となることが分かっている。なお健康者の同様のデータを対照値とした。

【結果】

24時間以内に死亡したケースでは，上記いずれの指標でも明らかな違いがあり，また測定時点では臨床的には全く予測できなかった患者の死亡10日前，および別の患者の40日前の時系列データが標準値を既に逸脱，well balanced zone：T-BI (1.1-1.4)，SV-BI (1.0-1.2)，Hs-BI (1.6-1.8)，Ls-BI (0.8-1.0) をそれぞれ既に下回り，活性化レベルの衰退が認められていた。なおこれら4つの Balance index を東洋医学の証；「虚・実」，「陰・陽」にそれぞれ当てはめ対比しながら考察してみると大変興味深い指標であることがわかる。

【考察】

生きているからには生体内で無意識下にバランスを保つべく制御されている複雑な生命反応，殊に心臓のリズムとバランスには生命の最終的な制御機構が働くものと考えられている。従って従来の交感，副交感という2つのパラメータのみでなく，これに加えて複数の Balance index で，より多角的に判定する方法は，たとえ重度の意識障害患者であっても心拍変動測定は無侵襲な方法で数時間から数日にわたって連続的に計測可能であり，かつ必要に応じてベッドサイドで音楽聴覚刺激等いわゆる五感刺激チャレンジテストに対する反応具合を測定解析できる本方法は，残された微妙な活力レベルや‘こころの動き’なども検出できる可能性を秘めており，今後の臨床応用に一定の示唆を与えるものと考えられる。