

原 著

術中、術後モニターとしての加速度脈波の有用性

清水 あさみ*, 渡 辺 省 五*, 一 色 淳*

要 旨

指尖容積脈波の二次微分である加速度脈波は、簡便な循環動態検査法のひとつとして広まりつつある。そこで術後ICU入室患者と脊椎麻酔患者の加速度脈波を測定し、術中、術後のモニターとしての有用性について検討した。術後ICU患者において、血圧、加速度脈波 (b/a, d/a)、心係数、末梢血管抵抗を随時測定したところ、d/aと末梢血管抵抗のみ相関を認めた。また脊椎麻酔患者においては、薬物注入前、注入後15分、30分の血圧、加速度脈波 (b/a, d/a) を測定した。収縮期血圧は薬物注入前と比較し注入後15分、30分に有意に低下した。b/aはそれぞれ有意に低下、d/aはそれぞれ有意に上昇した。

はじめに

術中術後の循環動態はさまざまに変化するため、手術室およびICUにおいてはそれを経時的にモニタリングすることが必要となる。しかし、現在のところそのほとんどが観血的な処置を避けられず、患者に多大な侵襲が加わることになっている。

一方、加速度脈波は非侵襲的な循環動態検査法のひとつとして登場した。加速度脈波の測定は指に装着するだけの簡便なものであり、かつ計測も容易である。本研究においては術中術後のモニターとしての加速度脈波の有用性を確認するべく、術後ICU患者および脊椎麻酔患者に関し、循環動態のパラメーターと加速度脈波との関係をそれぞれ検討した。

方 法

1) ICU入室患者に関する検討

対象は術後ICU入室患者6名(平均年齢56.0±12.3歳、右開胸開腹食道全摘胃管吊り上げ術後1名、肝左葉切除術後2名、肺全摘術後2名、拡大子宮全摘術後1名)とし、測定時間はICU入室直後、ウイーニング開始時、抜管後とした。

測定方法は、手術終了時に肺動脈カテーテルを挿入、またフクダ電子製CARDIO-PRO FCP 3166(写真)を左第2指に装着し、血圧、加速度脈波 (b/a, d/a)、心係数、末梢血管抵抗を随時測定した。体位はすべて仰臥位とした。

2) 脊椎麻酔患者における加速度脈波の検討

対象は脊椎麻酔患者25名(平均年齢52.3±17.0歳、虫垂切除術8名、下肢静脈瘤ストリッピング術1名、経尿道的前立腺切除術6名、経尿道的膀胱切除術4名、下腿骨骨折観血的整復固定術3名、下腿骨骨折抜釘術3名)とし、測定時間は薬物注入前、注入後15分、30分とした。麻酔方法は25ゲ-

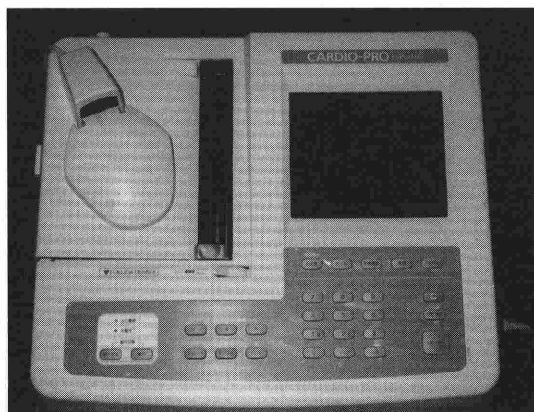


写真 フクダ電子社製 CARDIO-PRO FCP 3166

*東京医科大学麻酔学教室

ジの針にてL3-4より穿刺し、0.3%ジブカイン2.2~2.6mlを頭側に向けて0.2ml/secの速度で注入した。測定方法は左第2指にCARDIO-PRO FCP 3166を装着し、血圧、加速度脈波(b/a, d/a)を随時測定した。体位はすべて仰臥位とした。尚、注入後30分に体位を変えた場合はデータを除外した。

加速度脈波の波形は図1のごとく、初期陽性波(a波)、それに続く陰性波(b波)、再上昇波(c波)および再下降波(d波)と命名されており、基線から各波の頂点までを計測しそれぞれb/a, d/aを算出した。

尚、統計解析は、相関については単回帰分析を、有意差検定についてはWilcoxon signed-ranks testを用い、 $p < 0.01$ を有意水準とした。

結果

1) ICU入室患者における加速度脈波の変動

(1) 収縮期血圧、心係数とb/a, d/aの関係(図2)
 収縮期血圧、心係数と、b/a, d/aに相関は認め

なかった。

(2) 末梢血管抵抗とb/a, d/aの関係(図3)

末梢血管抵抗とb/aに相関を認めなかった。また、末梢血管抵抗とd/aは有意な相関を認め、相関係数は-0.723であった。

2) 脊椎麻酔患者における収縮期血圧とb/a, d/aの関係

(1) 収縮期血圧とb/a, d/aの関係(図4)

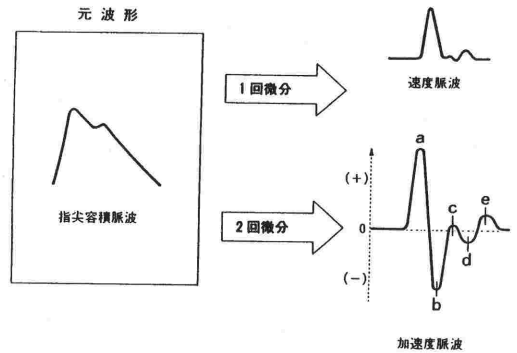


図1 指尖容積脈波と加速度脈波の関係

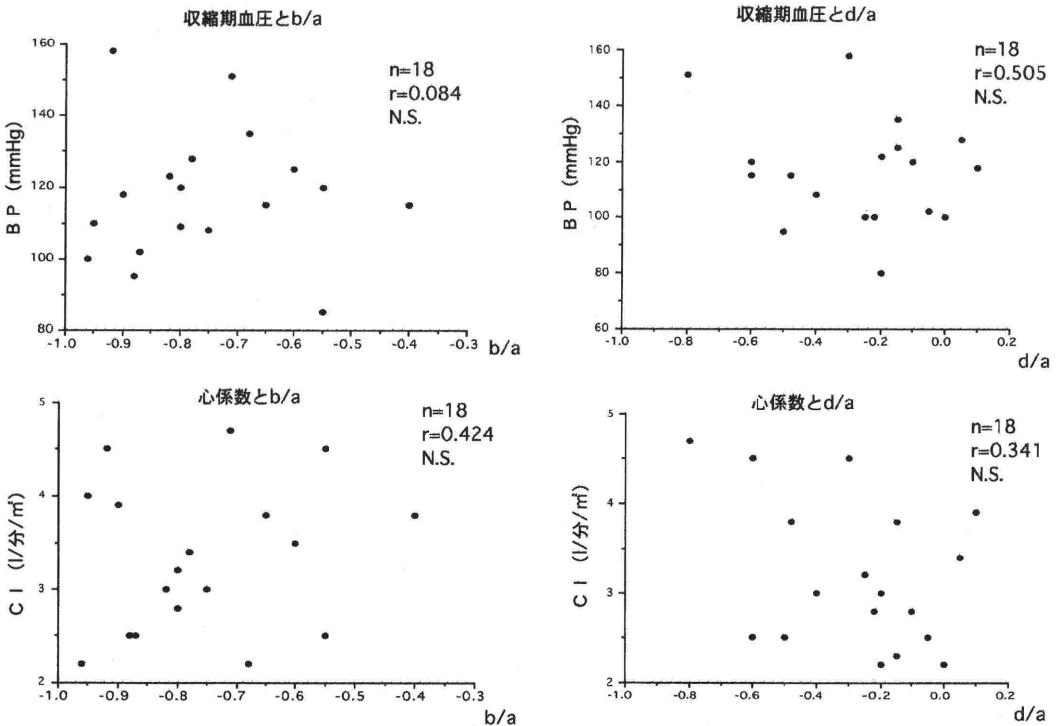


図2 ICUにおける収縮期血圧、心係数とb/a, d/aの関係

収縮期血圧と b/a 、収縮期血圧と d/a は有意な相関を認め、相関係数はそれぞれ0.555、 -0.679 であった。

(2) 収縮期血圧の変動 (図5)

収縮期血圧は薬物注入前と注入後15分、30分で有意に低下した。

(3) b/a の変動 (図6)

b/a は薬物注入前と注入後15分、30分で有意に低下した。

(4) d/a の変動 (図7)

d/a は薬物注入前と注入後15分、30分で有意に増加した。

考 察

加速度脈波は、指尖容積脈波を二回微分したも

のであり、指尖容積脈波の波形のパターン認識をより容易にするものとして登場した。すなわち、指尖容積脈波はそれ自体でも種々重要なパラメーターが得られる一方、波形の分類、あるいは変曲点の認識が難しく解釈がまちまちであるといった問題点があった。これに対し加速度脈波は二次微分することによりわずかな変曲点をいっそう明瞭化させ、情報に豊富な変曲点の認識を容易なものとした。

また、その波形パターンは非常にクリアーに分類され、加齢あるいは動脈硬化の程度を反映する²⁻⁴⁾として認識されつつある。佐野ら³⁾は加齢により b 波は上昇し d 波は低下すると報告している。関⁴⁾は5年間の経年変化を検討し、加齢による b 波の上昇、 d 波の低下を報告した。

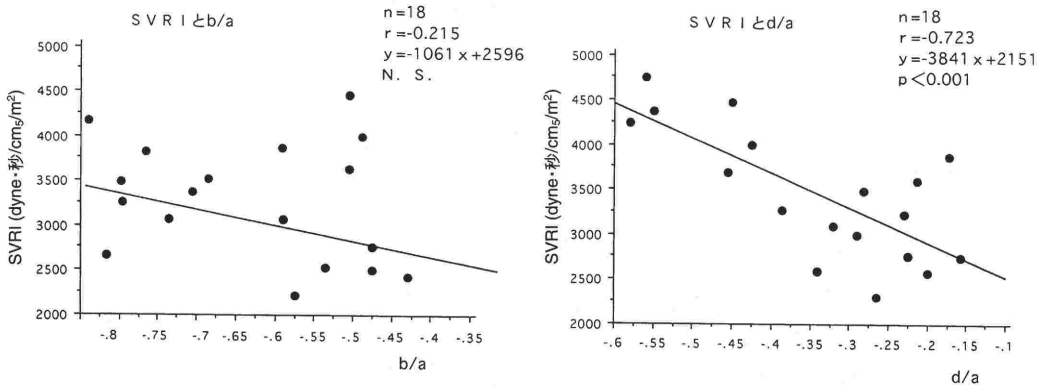


図3 ICUにおける末梢血管抵抗と b/a 、 d/a の関係

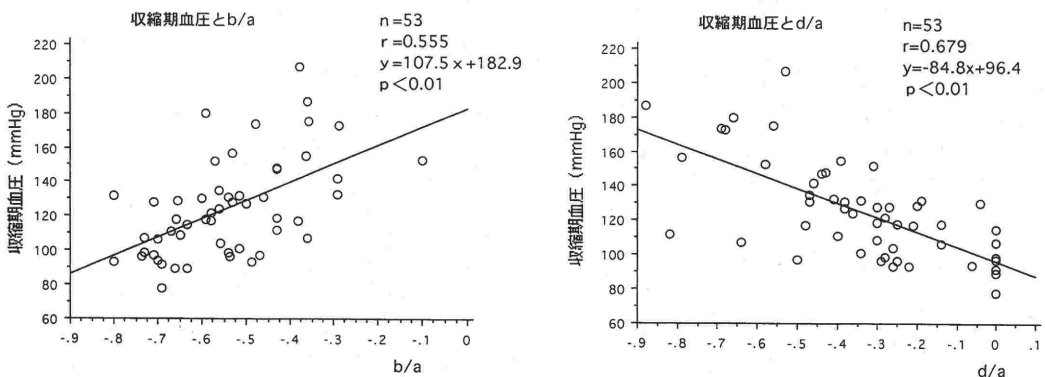


図4 脊椎麻酔における収縮期血圧と b/a 、 d/a 関係

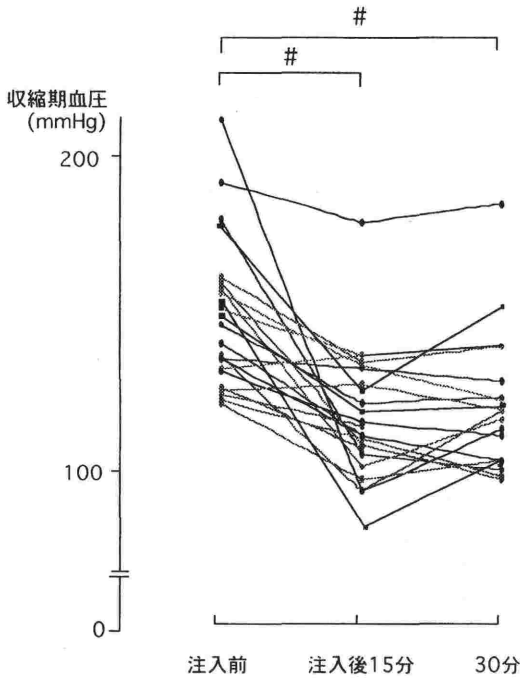


図5 脊椎麻酔における収縮期血圧の変動

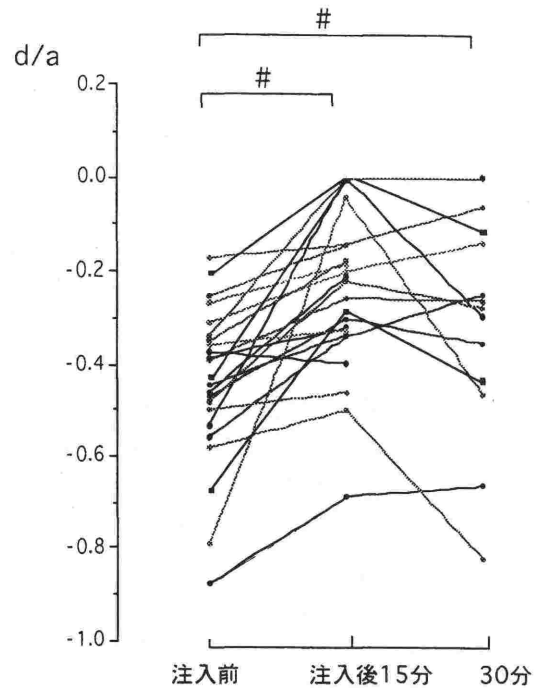


図7 脊椎麻酔における d/a の変動

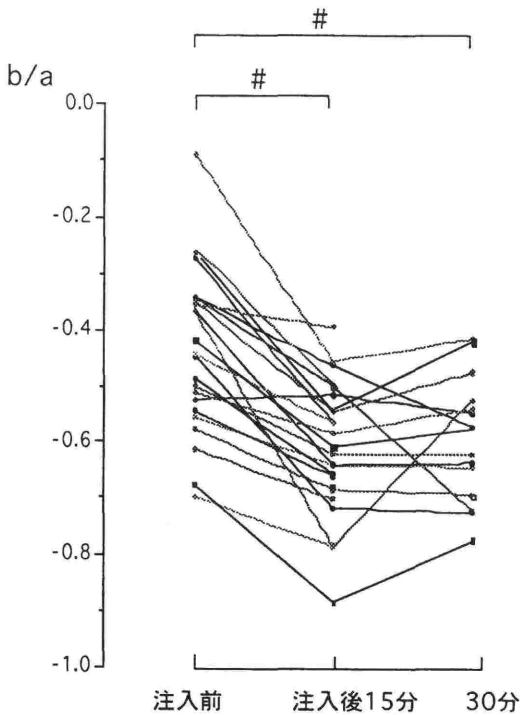


図6 脊椎麻酔における b/a の変動

一方、各波のもつ意味としてさまざまな解釈がなされているが、高沢ら⁵⁻⁷⁾によると b/a は血管の伸展性を、d/a は左室に対する後負荷を表すとしている。図1に示すように指尖容積脈波は anacrotic notch によって二つに分けられる⁸⁻⁹⁾。左室からの血液の駆出によって生じる駆動圧波（前方成分）と、反射波によって生じる再上昇波（後方成分）である。この前方成分に含まれるのが a 波、b 波であり、後方成分に含まれるのが c 波、d 波である。特に、a 波に対する d 波の割合は駆動圧に対する反射圧の状態を表すことになり、d/a は左室に対しての後負荷を表現しているといえる。また、b/a は前方成分に含まれており、左室からの血液駆出に対して最初に血管が反応して発生した圧波である。この時点でほとんど反射が存在していないことを考えると b/a は血管の伸展性を表すと考えられる。長谷ら²⁾は、b/a は加齢による中膜の変化を主体とする細動脈および中枢動脈の器質的な壁硬化を反映し、d/a は交感神経系の影響を受ける機能的な壁緊張を反映すると報告している。

本研究では、ICUにおいて末梢血管抵抗と d/a の相関が認められた。これは、 d/a が心血管系に対する後負荷を反映すると報告⁵⁻⁷⁾ と一致する。また脊椎麻酔の前後において収縮期血圧の低下に伴い d/a の上昇が認められたが、これは脊椎麻酔による交感神経のブロックによって末梢血管抵抗が低下し、後負荷の減少に伴い d/a の相関に関しては今回は加齢の影響を除外していないため、従来報告されているような強い相関は認められなかった。また、ICUにおいて相関が認められなかったのはカテコラミン類や末梢血管拡張薬など種々の血管作動薬を使用していることが、その原因となったと思われる。

収縮期血圧と b/a に関して、ICUにおいては相関を認めなかった。一方、脊椎麻酔時の b/a は、薬物注入前と注入後では収縮期血圧の変動とともに有意に低下した。 b/a の変動に関し鈴木ら¹⁰⁻¹¹⁾ は、完全房室ブロック患者においてVVIモードのペースングをした際、心房収縮が心室収縮期に位置した場合は心室拡張期に位置した場合に比べ一回心拍出量が減少し収縮期血圧の低下が生じるが、同時に加速度脈波の b 波の低下を認めたと報告している。これは動脈固有の *elasticity* は不変であるが動脈の伸展性 (*Distensibility*) が短時間で増大したためと結論している。したがって b/a は、動脈硬化という器質的な変化を反映するのみならず、弾性動脈の伸展性の増加という機能的な変化も反映することが示唆される。

今回、脊椎麻酔前後における波形パターンを比較すると、 b/a は低下し d/a は上昇するという若年者パターンへの移行がみられた。脊椎麻酔によって末梢血管が拡張し、また中膜を有する弾性動脈の伸展性が変化したことが加速度脈波に反映されたと考えられた。

このように、加速度脈波をモニタリングすることは、末梢血管系あるいは弾性動脈の変化を非侵襲的に認識する方法として有用であると考えられ

る。さらに可能性として、術中術後の血管作動薬の効果の判定、あるいは循環動態の変動の原因の推定が期待できるのではないだろうか。

以上により経時的な加速度脈波の測定は、術中術後のモニターとして有用であると思われる。

結 語

1. 術後ICU入室患者と脊椎麻酔患者の加速度脈波を測定した。
2. 術後ICU入室患者の d/a と末梢血管抵抗は有意な相関が認められた。
3. 脊椎麻酔患者の薬物注入前と注入後15分、30分で血圧は有意に低下した。また、 b/a は低下し、 d/a はそれぞれ有意に上昇した。
4. 加速度脈波は、非侵襲的な循環動態測定法として有用であることが示唆された。

文 献

- 1) 高沢謙二, 鈴木明裕: 加速度脈波について. フクダ電子株式会社資料, 1994, pp. 2
- 2) 長谷充康, 高沢謙二, 伊吹山千晴: 加速度脈波の年齢階層における平均値の設定. 東京医大誌 54: 94-102, 1996
- 3) 佐野祐司, 片岡幸雄, 小山内博ら: 加速度脈波による血液循環の評価とその応用. 労働科学 61: 129-143, 1985
- 4) 関 博人: 5年経過後の加速度脈波所見の検討. 湘南短期大学紀要 3: 32-41, 1992
- 5) 高沢謙二, 佐藤信也, 伊吹山千晴ら: 加速度脈波. 現代医療 20: 1716-1720, 1988
- 6) 高沢謙二, 伊吹山千晴: 加速度脈波. 現代医療 20: 948-955, 1988
- 7) 高沢謙二, 伊吹山千晴: 加速度脈波の有用性. 臨床検査 33: 857-862, 1989
- 8) O'Rourke MF: Wave reflection. In arterial function in health and disease, Edinburgh, Churchill, 1982, pp. 77-73
- 9) O'Rourke MF, Yaginuma T: Wave reflections and arterial pulse. Arch Intern Med 144: 336-371, 1984
- 10) 鈴木明裕: 脈波, 加速度脈波. 現代医療 23: 61-65, 1991
- 11) 鈴木明裕, 山川和樹, 藤沼秀光ら: 弾性動脈の伸展度 (*Distensibility*) と, 加速度脈波との関係についての検討. 日本臨床生理学会誌 20: 113-123, 1990

Acceleration Plethymogram as a Clinical Monitor during Anesthesia and Intensive Care

Asami Shimizu*, Seigo Watanabe*, and Atsushi Isshiki*

*Department of Anesthesiology, Tokyo Medical College, Tokyo, Japan

The Acceleration Plethymogram (APG) in the second derivative wave of the plethymogram and provides a valuable noninvasive method for evaluating hemodynamics. The purpose of this study is to investigate the clinical usefulness of the APG for monitoring patients in the intensive care unit (ICU) and the operation room. In ICU patients, the following factors were recorded : blood pressure, cardiac index (CI), peripheral vascular resistance index (SVRI), and APG

(the ratio of the height of the b-and a-wave, b/a, and d-and a-wave, d/a). The d/a correlated with SVRI. In the patients under spinal anaesthesia, recording of the APG (b/a, d/a) and blood pressure were made before anesthesia, and 15 and 30 minutes after anesthesia. Comparisons before and after anesthesia show that the b/a and systolic blood pressure decreased and the d/a increased significantly.

Key Words : Acceleration plethymogram, Monitoring, Anesthesia, Intensive care

(Circ Cont 18 : 203~208, 1997)