

● 一般演題

独立成分分析による Brugada 型心電図の鑑別診断

さいたま市石川医院 石川 康宏
筑波大学臨床医学系小児科 堀 米 仁 志

はじめに

Brugada 症候群の心電図は、不完全右脚ブロック (iCRBBB) の心電図と類似しており、経時的に coved 型, saddleback 型と変化することがある^{1,2)}。Brugada 症候群の特徴的な心電図波形がいかなる独立な波形成分から構成され、なぜ経時的に形態が変動するのかを独立成分分析 (ICA) により分析した。

1 方 法

心起電力ベクトルを 2048 Hz にて生体アンプ MA1000 (TEAC, Japan) を介して、A/D コンバータ EC2360 (Elmec, Japan) でデジタル化した。Brugada 症候群の 2 例は、欧州心臓病学会のコンセンサス・レポートによる分類³⁾で type I の 62 歳と type II の 43 歳の男性で、それぞれ大学病院での心臓電気生理学的検査などで確定診断が得られている。Brugada 症候群の 2 例の心電図と iCRBBB の心電図について ICA で分解し、独自に開発した逆独立成分分析 (I-ICA) により、独立成分の信号源での分布について検討した。

ICA は、Aäpo の Fast ICA^{4,5)} と Maximum likelihood implementation of Independent Component Analysis (MLICA)⁴⁾ により施行した。

2 結 果

ICA により正常心電図は、P 波、T 波、右室側 QRS、心室中隔側 QRS、左室側の QRS に分解される。図 1 の左列は iCRBBB (ICA による診断の根拠は図 4-C に示す) では、V1、V2 は coved 型と紛らわしい。図 1 の右列の iCRBBB

(ICA による診断の根拠は図 4-D に示す) の V2 は、saddleback 型と鑑別がつかない。図 1 の中央列は、type II の Brugada 症候群の心電図である。この V3 は saddleback 型であり、V1、V2 が coved 型であるとするには科学的な根拠が乏しい。ICA による診断では、後述の図 4-B と本文に示すが、V3 は saddleback 型であり、V1、V2 は coved 型ではなく、右脚のブロックに起因する右室の興奮波の成分 (以下、blocked-RV) と正常な分布の T 波の成分 (以下、normal-T) から構成されることが示された。iCRBBB では、blocked-RV は QRS の後半の位置に単離される。

図 2 の左と中央の 2 列は、type I の J 波が著明な coved 型を示した Brugada 症候群の心電図である。図 2 の右列の ICA1 から ICA3 は次数 3 での MLICA による ICA の結果である。主成分分析による分散の割合の和 (cumulative proportion) は次数 3 で 0.9877 であった。I-ICA で ICA1、ICA2、ICA3 の局所分布を検討すると、ICA1 は V4 を中心に rS と ST のわずかな上昇を示し、ICA2 は V5 を中心に左室側の R 波と正常分布の T 波に相当した。

図 3 に I-ICA の結果を示す。ICA3 は J 波と上昇した ST 前半部分が急峻に下降し滑らかに陰性 T 波に移行する coved 型の成分 (以下、coved-type-T) を主として V1、V2、V3 に認めた。

次に、この三つの独立成分がどのように元の各誘導を構成するかを検討した。図 4-A は type I の coved 型を示す V2 が、三つの ICA の独立成分からどのように構成されたかを示している。

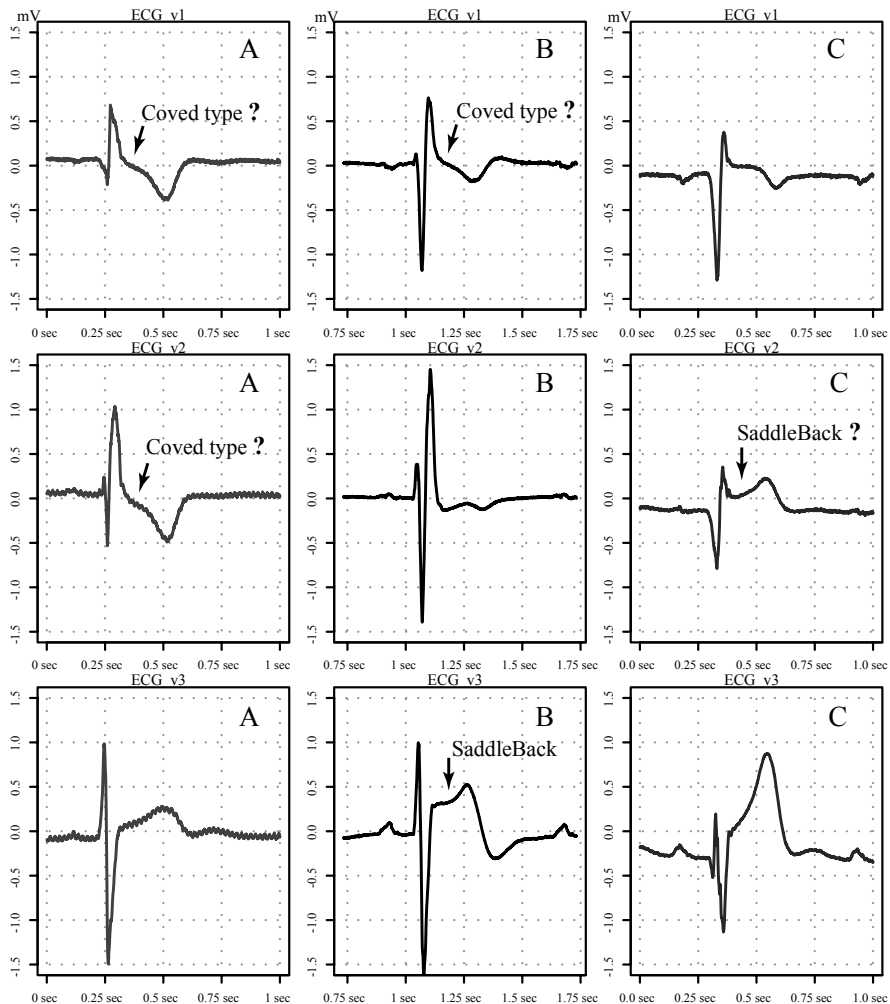


図 1 iCRBBB の心電図は Brugada 症候群の coved 型や saddleback 型と類似し鑑別しづらいことがある

左列の V1, V2 は coved 型に類似するが, ICA の結果から iCRBBB と判断できる (図 4-C 参照)。右列は, ICA による分析から iCRBBB であるが, V2 は saddleback 型に類似する (図 4-D 参照)。中央列は, ICA による分析から V3 で coved-type-T を認め Brugada 症候群の saddleback 型である (図 4-B 参照)。

V2 は ICA2 の normal-T と ICA3 の coved-type-T から構成され, 一致率は 0.99479 であった。この coved-type-T と normal-T との組み合わせにより他のすべての誘導の波形も構成されていた。図 4-B に示す type II の V3 で saddleback 型を呈した Brugada 症候群では, saddleback 型の波形は独立成分である coved-type-T と normal-T の二つの独立成分から構成されて

いた。この心電図は, 図は省略するが, 図 1 の中央列の V1 で coved 型と類似した形態を呈したが, これは blocked-RV と normal-T から構成されていた。図 4-C における coved 型と類似した V1 も, blocked-RV と normal-T から構成され, coved-type-T を認めず, iCRBBB と診断した。図 4-D は, saddleback 型に類似するも blocked-RV と normal-T および ST 上昇部分か

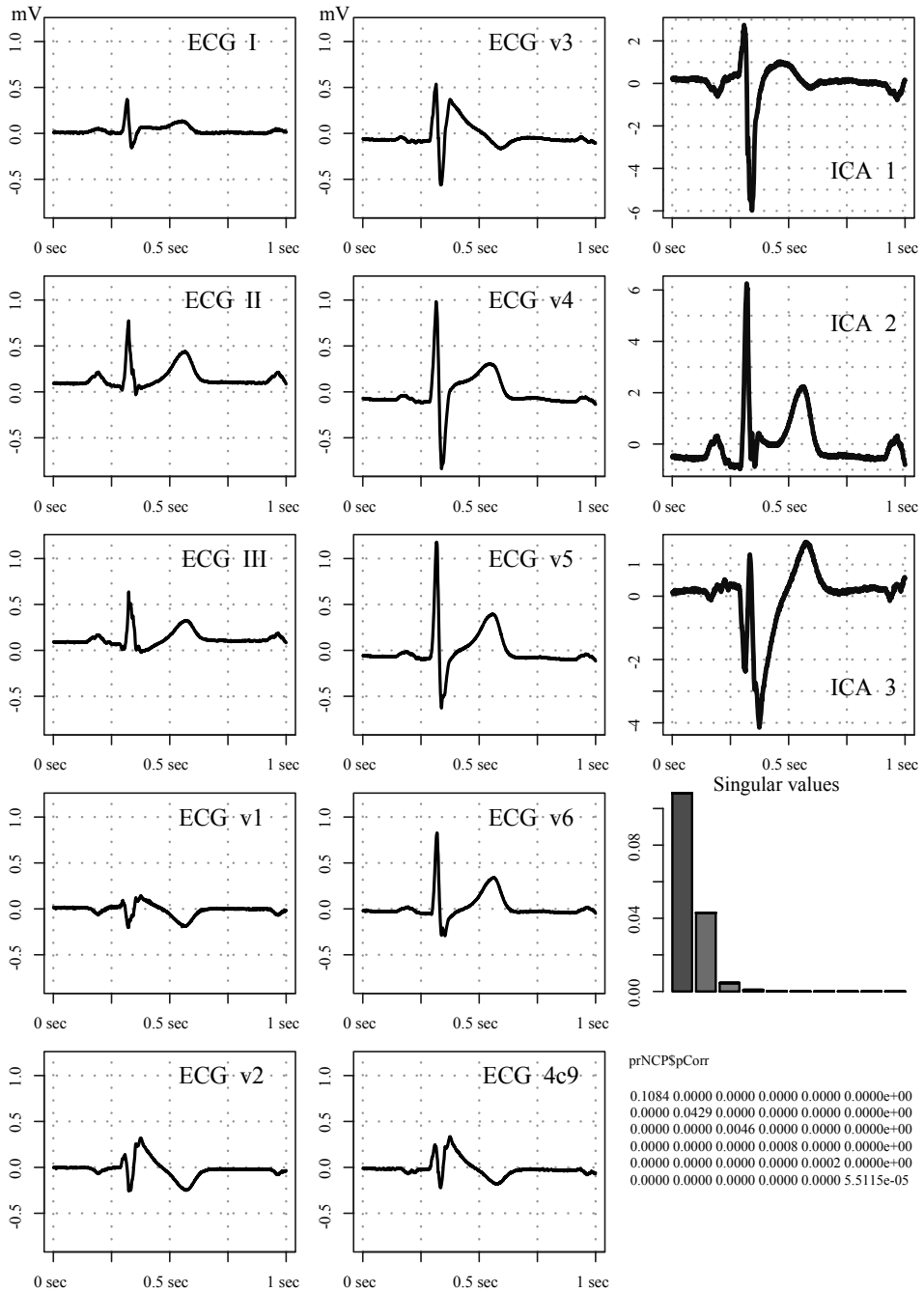


図 2 Brugada 症候群 (type I) の心電図と ICA

ICA1 (右列の 1 段目), ICA2 (右列の 2 段目) の I-ICA による局所分布は本文を参照。ICA3 (右列の 3 段目) については図 3 を参照。ICA3 の正負が逆転しているようにみえるが, ICA では正負や振幅の大きさを決定することはできない。右列 4, 5 段目は, 主成分分析での特異値とその行列。

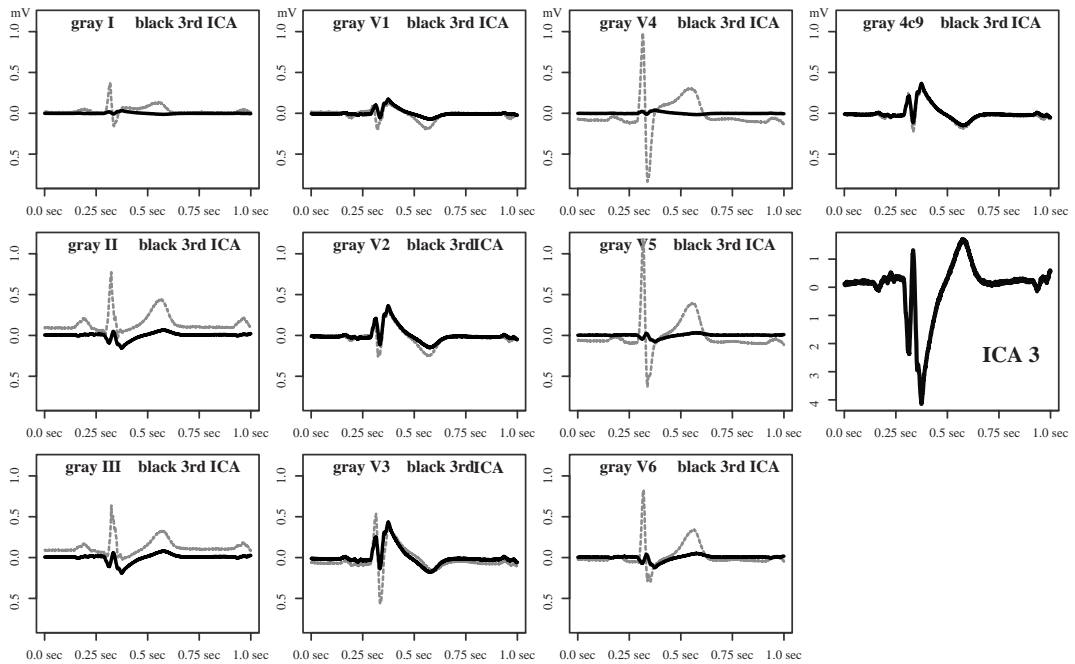


図 3 I-ICA による Brugada 症候群の ICA3 の元の誘導での局所分布

灰色の破線はI, II, III, V1~V6, 4C9の心電図波形。実線は coved-type-Tである ICA3のI-ICAによる元の心電図波形への分布を示す。主にV1, V2, V3に分布し、V6では振幅が小さく正負が逆転している。

らなり iCRBBB と診断した。

図 5-A に示すごとく、type I の Brugada 症候群の心電図で coved-type-T と normal-T から coved 型の V3 が構成されている。図 5-B に示すごとく、ICA2 を 5 倍に拡大し、ICA3 を 1/2 にし、これらの三つの成分を加算すると、図 5-C に示すように元の coved 型が saddleback 型に変化した。

結 論

Brugada 症候群の心電図波形は、ICA により Brugada 症候群に特徴的な coved-type-T と normal-T の 2 種類の T 波に分解される。normal-T はすべての誘導に正常に分布するが、coved-type-T の分布は主に右側胸部誘導に限局する。右室前胸部の coved-type-T の分布や振幅が経時的な変動を示せば、normal-T との組み合わせで saddleback 型を生じると考えられる。iCRBBB では、coved-type-T は認めず、

blocked-RV が単離される。ICA により Brugada 症候群と iCRBBB などの類似した心電図を鑑別診断することが可能であると考えられる。

【謝 辞】本研究は、平成 17 年度さいたま市地域医療研究費補助事業の補助による。

文 献

- 1) Antzelevitch C, Brugada P, Brugada J, Brugada R. The Brugada Syndrome. Massachusetts : Blackwell Publishing ; 2005. p.1-22, 78-86.
- 2) 森博愛, 野村昌弘. Brugada 症候群の臨床. 東京 : 医学出版社 ; 2005. p.1-25.
- 3) Wilde AA, Antzelevitch C, Borggreffe M, et al. Proposed diagnostic criteria for the Brugada syndrome : consensus report. Circulation 2002;106:2514-9.
- 4) Hyvaerinen A, Karhunen J, Oja E. Independent Component Analysis. New York : JOHN Wiley-Interscience ; 2001. p.165-202, 203-19.
- 5) Mochimaru F, Fujimoto Y, Ishikawa Y. The fetal electrocardiogram by independent component analysis and wavelets. Jpn J Physiol 2004;54:457-63.

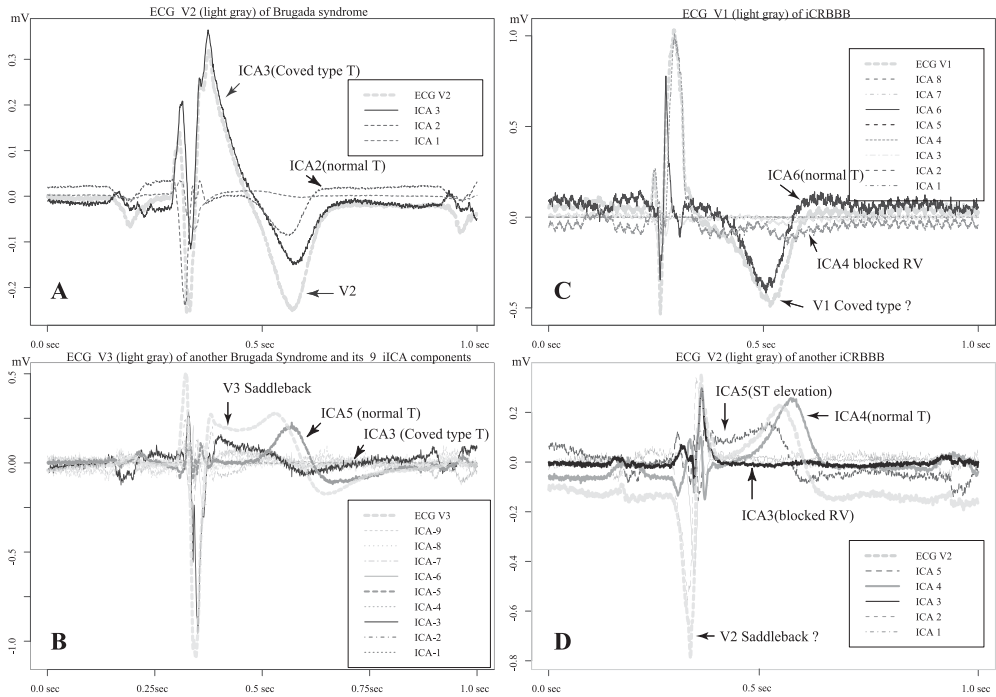


図 4 ICA による Brugada 症候群と不完全右脚ブロックの鑑別

A は type I の Brugada 症候群の V2 における I-ICA での独立成分による構成を示す。淡い灰色の破線の coved 型の V2 は、灰色の破線の ICA2 (normal-T) と黒の実線の coved-type-T である ICA3 から成立する。B は type II の Brugada 症候群の V3 の I-ICA での独立成分による構成を示す。saddleback 型の薄い灰色の破線の V3 が、灰色の破線 ICA5 (normal-T) と A に比べ振幅は小さいが黒の実線の ICA3 (coved-type-T) から構成される。C は、coved 型と類似しているが、黒の実線で normal-T の ICA6 と、濃い灰色の破線で blocked-RV である ICA4 から、淡い灰色の破線の V1 が構成される。coved-type-T はみられない。D は、saddleback 型と類似しているが、濃い灰色の実線で normal-T の ICA4 と、黒い実線で blocked-RV の ICA3 と、濃い灰色の破線で ST の上昇を示す ICA5 から、薄い灰色の破線の V2 が構成される。coved-type-T はみられない。

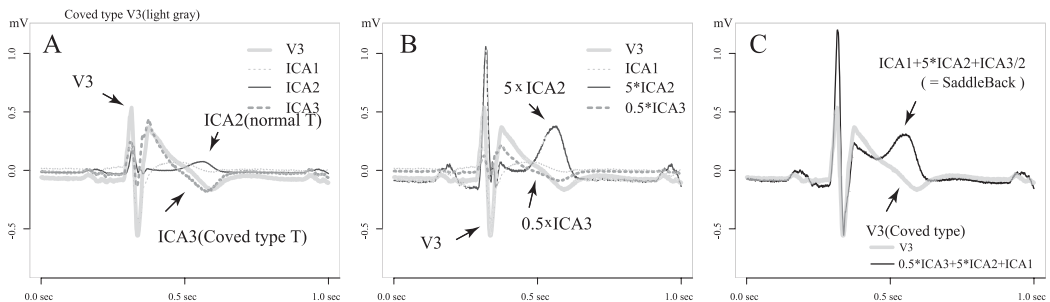


図 5 二つの T 波成分の比率で coved 型か saddleback 型が決定

coved 型を示す type I の V3 の coved-type-T と normal-T の独立成分の構成比を変化させると saddleback 型となることを示す。A の黒の実線の ICA2 は normal-T、灰色の破線の ICA3 は coved-type-T である。薄い灰色の実線が coved 型を呈する V3 である。B では、黒の実線の ICA2 を 5 倍に拡大し、灰色の破線の ICA3 を 1/2 に縮小した。C の黒の実線の saddleback 型は、B で拡張縮小した ICA2 と ICA3 と、変化を加えない ICA1 を加算したものである。薄い灰色の実線が coved 型を呈する V3 である。二つの T 波成分の比率で coved 型か saddleback 型かが決定される。