

● 一般演題

心室期外刺激法の際、右室心尖部において 奇異な 2 峰性電位を示した 1 例

防衛医科大学校第 1 内科 濱部 晃・原 幹・秋間 崇
 楠原正俊・大鈴文孝
 防衛医科大学校防衛医学研究センター 高瀬 凡平
 結核予防会・複十字病院 鈴木文男
 結核予防会・新山手病院 瀬崎 和典
 社会保険中央総合病院 野田 誠

はじめに

右室心尖部(RVA)において2峰性電位が記録されることは稀である。今回われわれは、心室期外刺激法の際、RVAにおいて奇異な2峰性電位を示した症例を経験したので報告する。

1 症 例

症例は65歳女性。A型WPW症候群の診断で心臓電気生理学的検査を施行した。RVAに4極電極

カテーテルを留置し、遠位1-2電極から右室期外刺激法を行った。この際、双極電位(RVA3-4)の記録とともに、近位3-4電極の単極電位(RVA3UとRVA4U)の記録も行った。600 msの基本刺激周期(S1S1)において、連結期(S1S2)を20 msずつ漸減させながら期外刺激を加えたところ、S1S2間隔が300 msと280 msの際に、2峰性電位(double potentials)の出現と双極電位の極性逆転が記録された(図1)。S1S2間隔が260 msでは右

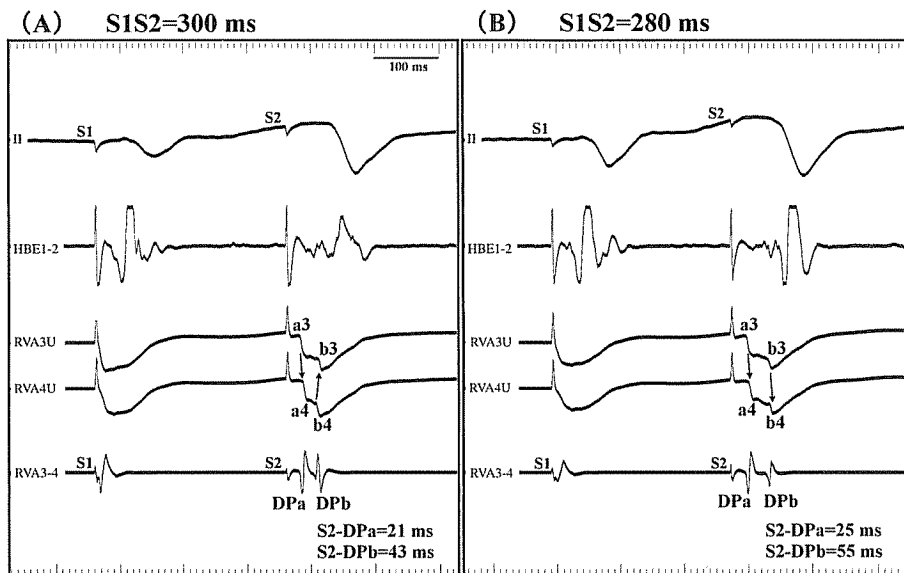


図 1 右室期外刺激法の際に右室心尖部で記録された 2 峰性電位

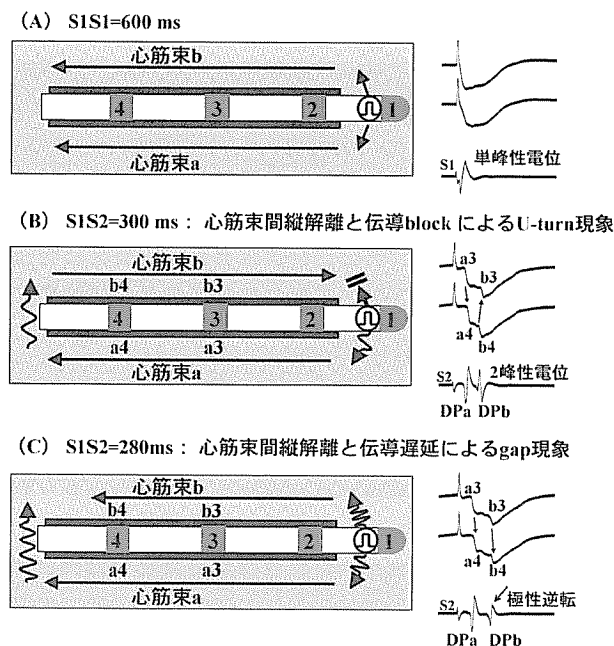


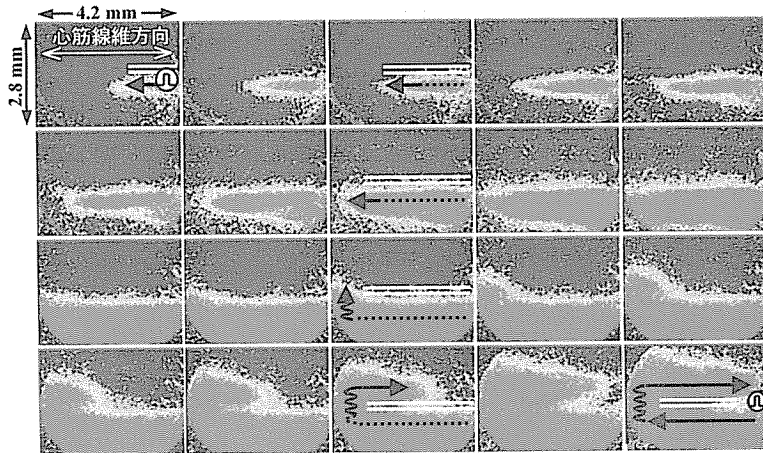
図2 2峰性電位の推定メカニズム

室は捕捉されなかった(右室有効不応期)。図1Aにおいて、S1刺激時のRVA3-4電位は単峰性電位(single potential)であったが、連結期300 msのS2刺激時にはDPaとDPbの2峰性電位になった。単極電位を解析すると、双極電位DPaを反映する単極電位はa3とa4であり、興奮順序はa3→a4であった。すなわち、DPaは電極3から電極4(遠位電極から近位電極へ)の方向の興奮をあらわす電位であり、他方、DPbはこれと反対方向の興奮(b4→b3)を示す電位であると考えられた。電位極性に関してもDPaの極性(-/+)とDPbの極性(+/-)は反対であり、この2峰性電位の示す興奮方向が反対であることを反映していると考えられた。また、S1刺激時には刺激から電位までのlatencyを認めなかったが、S2刺激時にはS2-DPa間隔=21 ms、S2-DPb間隔=43 msと両者とも延長しており、伝導遅延が起きていると考えられた。すなわち、連結期300 msのS2刺激時には、まず電極3から電極4の方向に伝導遅延を伴いながら興奮が伝播し、その後に電極4から電極3の方向に興奮がもどってくる“U-turn現象^{1,2)}”が起こっていると推定された。S1S2間隔

を280 msに短縮すると(図1B)、DPaの電位極性はそのままDPbの電位極性が-/+に逆転した。DPbを反映する単極電位の順序もb3→b4の方向に変化していた。また、S2-DPa間隔とS2-DPb間隔はさらに延長し、それぞれ25 ms、55 msとなった。すなわち、連結期280 msのS2刺激時には、電極3から電極4への方向に、さらに顕著な伝導遅延を伴って伝播する二つの興奮波が発生していると考えられた。

これらの2峰性電位の極性変化の機序を説明する仮説を図2に示す。まず、第一に、不応期と伝導速度の異なる2本の心筋束(心筋束a、心筋束b)が並走しており、両者は線維化組織などによって部分的に分断されている(縦解離による二重伝導路)ことを仮定する(65歳という年齢を考慮した場合、線維化組織の存在はありうると推定される)。すなわち、右室心筋の筋束レベルにおける二重伝導路構造の存在を仮定するわけである。さらに、電極カテーテルはたまたま二つの心筋束間に心筋線維と並列した方向に留置されていることを仮定する。図2Aにおいて、S1刺激時には伝導遅延はなく二つの心筋束はほぼ

(A) 心筋束間縦解離と伝導blockによるU-turn現象



(B) 心筋束間縦解離と伝導遅延

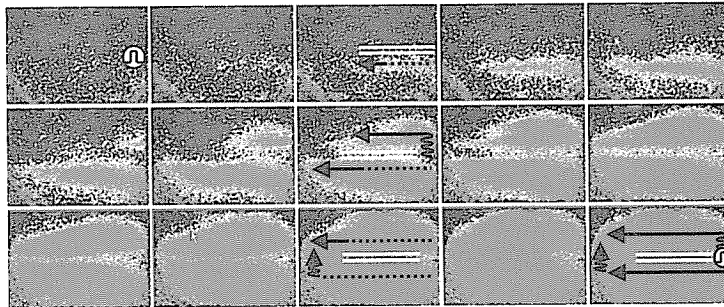


図3 右房自由壁切片(イヌ)の光計測において観察された心筋束間縦解離とU-turn現象および伝導遅延

同時に興奮伝播する。図2Bにおいて、連結期300 msのS2刺激時には、心筋束bへの興奮伝導は不応期に遭遇してblockされるが、心筋束aへの興奮伝導は伝導遅延を生じながら電極3から電極4の方向に伝導する。心筋束aを興奮伝導したインパルスは、より下流の結合筋束部位において心筋束bへ横方向に伝導したのち逆向性に伝導するため、電極4から電極3の方向に興奮が戻ってくるU-turn現象が起これと考えられる。図2Cにおいて、連結期280 msのS2刺激時には、より高度の伝導遅延の出現により心筋束bにおいてgap現象が起これ、心筋束bにおける興奮伝導が再び可能になったと考えられる。この結果、心筋束aにおいて電極3から電極4の方向への興奮伝導が起これた後に、心筋束bにおいて、より高度

の伝導遅延を伴って同一方向に興奮伝導が起これるため、電位極性が同一のDPaとDPbの2峰性電位が記録されることとなる。以上のように、二重伝導路構造・U-turn現象・伝導遅延によるgap現象などを想定することにより、2峰性電位とその極性逆転のメカニズムが説明可能と考えられた。

2 考 察

今回の報告は、A型WPW症候群症例において、心室期外刺激法の際にRVAにおいて2峰性電位が出現し、かつ連結期を短縮させるとその電位の極性が逆転することを観察したものであるが、過去にこのような臨床例の報告はなかったと思われる。

1) 2峰性電位の出現とその極性逆転の機序

われわれは、2峰性電位の出現とその極性逆転のメカニズムとして、右室心筋の筋束レベルにおける二重伝導路構造の存在、U-turn現象、伝導遅延によるgap現象などを想定したが、実験的にも、われわれは光計測法を用いてこれに類似した現象を観察している(未発表データ)。図3は、光計測法を用いて右房自由壁灌流切片(イヌ)の伝導パターンを検討した際の記録である。心筋線維方向が水平になるように光計測の観察領域(縦幅2.8 mm, 横幅4.2 mm)を右房自由壁に設定し、観察領域の右端中央から高頻度刺激や期外刺激を行っている。観察領域の右4分の3において、刺激部位より上の心筋束と下の心筋束との間で横方向の伝導がblockされ心筋束間縦解離(=二重伝導路構造)が発生した。図3Aでは、刺激部位から上の心筋束への伝導blockと心筋束間縦解離によりU-turn現象が観察されている。図3Bでは心筋束間縦解離と伝導遅延によって上下の心筋束がそれぞれ左方向に時間差を持って興奮伝導する様子が示されている。

以上の実験結果は、今回の報告において観察された現象が、われわれの提唱した仮説によって説明可能であることを支持するものである。

2) 二重伝導路構造の形成機序

二重伝導路は一般に、機能的二重伝導路(例として房室結節内二重伝導路など)と器質的二重伝導路(例として房室リエントリー性頻拍における副伝導路と房室結節など)に分類される。本症例で想定した二重伝導路が機能的なものであるのか、器質的なものであるのかについては、必ずしも明らかではない。本症例でみられたような固有心筋細胞間の伝導においては、心筋線維の縦方向と横方向で伝導特性が異なる異方向性伝導(anisotropy)が存在する。イヌの心房の伝導性における加齢の影響を検討した報告³⁾によれば、加齢に伴って、心筋束間の結合組織が増加するとともに、心筋細胞の長軸両端に存在する介在板付近においてギャップ結合がより高密度

となり、その結果心筋細胞の横方向への不連結(lateral uncoupling)が起り心筋線維を横断する横方向の伝導がより障害されるという。心筋束間の結合組織の増大を縦解離の主因と捉えた場合には器質的二重伝導路が、横方向への不連結を縦解離の主因と捉えた場合には機能的二重伝導路が電気生理学的に診断されるであろう。あるいは二重伝導路構造とは、そもそも、両者の複合原因によって成立すると考えるのが妥当であるかも知れない。

3) 単極電位記録の有用性

本症例においては、双極電位(RVA3-4)の記録のみならず、近位3-4電極の単極電位(RVA3UとRVA4U)の同時記録を行ったが、電極3と電極4の各単極電位を記録することによって、各電極部位の興奮順序を明確に決定することが可能であった。もし双極電位記録のみの場合には、その極性が変化したことを認識することは可能であるが、興奮伝播の方向が変化したことを明確に診断することは不可能であったと思われる。なお双極電位の極性逆転は、高解像度コンピュータマッピングを用いた実験的検討⁴⁾より、その部位における興奮伝播方向の逆転を意味していることが既に報告されている。

文 献

- 1) 鈴木文男. 右房峡部の構造と電気生理. 不整脈 2004;20:542-58
- 2) Noda M, Suzuki F, Sezaki K, Katsuno T, Usui M, Isobe M. Modes of initiation of two types of atrial reentry in a patient with typical atrial flutter: isthmus-dependent micro-reentry versus macro-reentry. J Arrhythmia 2005;21:422-6.
- 3) Koura T, Hara M, Ogawa S, et al. Anisotropic conduction properties in canine atria analyzed by high-resolution optical mapping: preferential direction of conduction block changes from longitudinal to transverse with increasing age. Circulation 2002;105:2092-8.
- 4) Hamabe A, Okuyama Y, Chen PS, et al. Correlation between anatomy and electrical activation in canine pulmonary veins. Circulation 2003;107:1550-5.