

ヒス束内 triple pathway 機能的縦解離が示唆された高度房室ブロックの1症例

清水祥子¹ 大国千尋¹ 宮本知佳¹ 澤田由梨子¹
藤澤義久¹ 加藤孝和^{2*}

症例は81歳、男性。高度房室ブロックで、洞性P波が房室伝導した際は右脚ブロック型(+30°)のQRS波(以下、心室捕捉A)が現れ、2種類の補充収縮〔右脚ブロック型(以下、補充収縮B)、左脚ブロック型(以下、補充収縮C)〕が出現し、様々な融合収縮(以下、融合収縮D)を呈する複雑な不整脈を経験した。補充収縮Bは、II誘導でR波が高く、心室捕捉Aに比べてやや右方に偏位(+60°)していた。補充収縮Bおよび補充収縮CのRR間隔は、それぞれ1.65秒、1.68秒と極めて近似した自動能周期であった。心室捕捉Aに続いて、洞性P波と先行心拍とのRP間隔が0.89秒より長くなる補充収縮Bの場合は、順行性に伝導し、補充中枢を脱分極して周期更新するが、0.88秒以下と短くなる補充収縮Cの場合は、ヒス束下部に回り込み、逆行性に不顕伝導して補充中枢を脱分極するため、次の補充収縮は本来の自動能周期よりも長いRR間隔で出現したと考えられた。以上から、本症例はヒス束内 triple pathway 機能的縦解離が存在しており、心室捕捉Aは左脚後枝束を伝導し、補充収縮Bは左脚前枝束、補充収縮Cは右脚束に補充中枢が局在すると考えられた。

(心電図, 2020; 40: 235-243)

I. はじめに

12誘導心電図において、右脚ブロック型、左脚ブロック型の補充収縮が様々な融合収縮を呈しながら出現し、極めて多様なQRS波形が見られた高度房室ブロックの症例を経験した。補充収縮の自動能周期更新、QRS波形およびQRS軸の変化から、本症例はヒス束内縦解離^{1)~10)}およびヒス束内 triple pathway 機能的縦解離^{11)~13)}により、複雑な不整脈を呈していると考えた。

Keywords

- ヒス束内縦解離
- 高度房室ブロック
- 補充収縮
- triple pathway

¹ 滋賀医科大学医学部附属病院検査部
(〒520-2192 滋賀県大津市瀬田月輪町)
² かとう医院
*は責任者を示す

Triple Pathway Longitudinal Dissociation in the His Bundle in a Patient with High-degree Atrio-ventricular Block
Shoko Shimizu, Chihiro Okuni, Chika Miyamoto, Yuriko Sawada, Yoshihisa Fujisawa, Takakazu Katoh

2019年9月2日 原稿受領 / 2020年3月11日 掲載承認

ヒス束内伝導障害およびヒス束内縦解離については、これまでにさまざまな報告がなされてきた^{1)~18)}。なかでも、Katohらはヒス束内縦解離による複雑な不整脈の症例を多数報告しており^{1)~13)}、1983年には、交代性脚ブロック症例においてヒス束心電図検査を行ったところ、右脚ブロック型でH₁V時間140 msec、左脚ブロック型でH₂V時間50 msecと恒常的にヒス束電位が記録されたことにより、ヒス束内縦解離を電気生理学的に証明した^{2), 16)}。2002年には、fast pathwayとslow pathwayにおいてヒス束内縦解離した結果、心室二重応答を生じた症例について報告¹⁷⁾した。さらに2014年には、通常、間歇性脚ブロックではPR間隔が一定を保ったままQRS波形が変化するが、QRS波形の変化に伴ってPR間隔が変動する場合にはヒス束内縦解離の疑いのあることを報告した⁹⁾。

われわれは、これらの文献に基づき、ヒス束内縦解離およびヒス束内 triple pathway 機能的縦解離を想定して、本症例の心電図解析を試みたので、報告する。なお、本論文で表現したい解剖を表す適当な用語が見当たらないため、以下のように用語を定義する。

- ・ 右脚束とは縦解離したヒス束の中の右脚に向かう線維束
- ・ 左脚束とは縦解離したヒス束の中の左脚に向かう線維束
- ・ 左脚前枝束とは縦解離したヒス束の中の左脚前枝に向かう線維束
- ・ 左脚後枝束とは縦解離したヒス束の中の左脚後枝に向かう線維束

II. 症 例

症例は81歳、男性。血液系の悪性腫瘍に対する化学療法目的で入院したところ、心電図検査にて房室ブロック、徐脈を指摘された。

標準12誘導心電図の同時記録(図1, 2)を示す。心電図からは、右脚ブロック型、左脚ブロック型の補充収縮が様々な融合収縮を呈しながら出現し、極

めて多様なQRS波形が認められる。

基本調律は洞調律であるが、図1の第1~6拍までは2:1房室ブロックで、QRS間隔は0.16秒の右脚ブロック型、正常軸(+30°)であり、房室伝導した際のPR間隔は0.26秒であった。呼吸性洞不整脈によるPP間隔の変動に伴い、RR間隔は第5-6拍の1.60秒から第1-2拍の1.68秒までで変動していた(図1)。2:1房室ブロックを示すのは図1の第1~6拍のみで、図1の第7~12拍および図2では2つ以上のP波が連続してブロックされる高度房室ブロックを示しており、図1下段で心室捕捉しているのは第11拍のみであることから、本症例を高度房室ブロックと診断した。また、補充収縮の波形変化は交代性脚ブロックでも見られるが、交代性脚ブロックでは洞性P波が伝導した際に右脚ブロック型、左脚ブロック型と交代でQRS波が変化するため^{1), 2), 5), 6)}、本症例には該当しないと考えられた。

なお、臨床的なりすかに鑑みて、ヒス束心電図検査、電気生理学的検査をはじめとする観血的検査は行われていない。

III. 標準12誘導心電図の解析：QRS波形の分類

心電図を詳細に解析するため、まずは出現したQRS波形を次の4つに分類した。

1. 心室捕捉A(図1の第1~6拍, 図1の第11拍, 図2の2, 4, 8, 10, 13拍)

図1の第1~6拍に見られるように、右脚ブロック型、正常軸(+30°)のQRS波形、PR間隔0.26秒を心室捕捉Aとする。図1の第11拍は、PR間隔が0.26秒であること、QRS波形が図1の第1~6拍までと同様であること、RR間隔が補充収縮と考えられる波形よりも短いことから、心室捕捉Aとする。また、図2の第2, 4, 8, 10, 13拍についても、正常軸、右脚ブロック型でPR間隔が0.26秒であることから、心室捕捉Aと考えた。

2. 補充収縮B(図2の第3, 9拍)

図2の第3拍および第9拍のQRS波形は右脚ブロック型ではあるものの、II誘導およびaV_F誘導



図1 標準12誘導心電図の同時記録(その1)

上下段は連続記録。●は左脚前枝束内の補充収縮，■は右脚束内の補充収縮，○および□は逆行性不顕性逆伝導により周期更新されたことを示す。心室の欄にRR間隔を秒単位で示す。

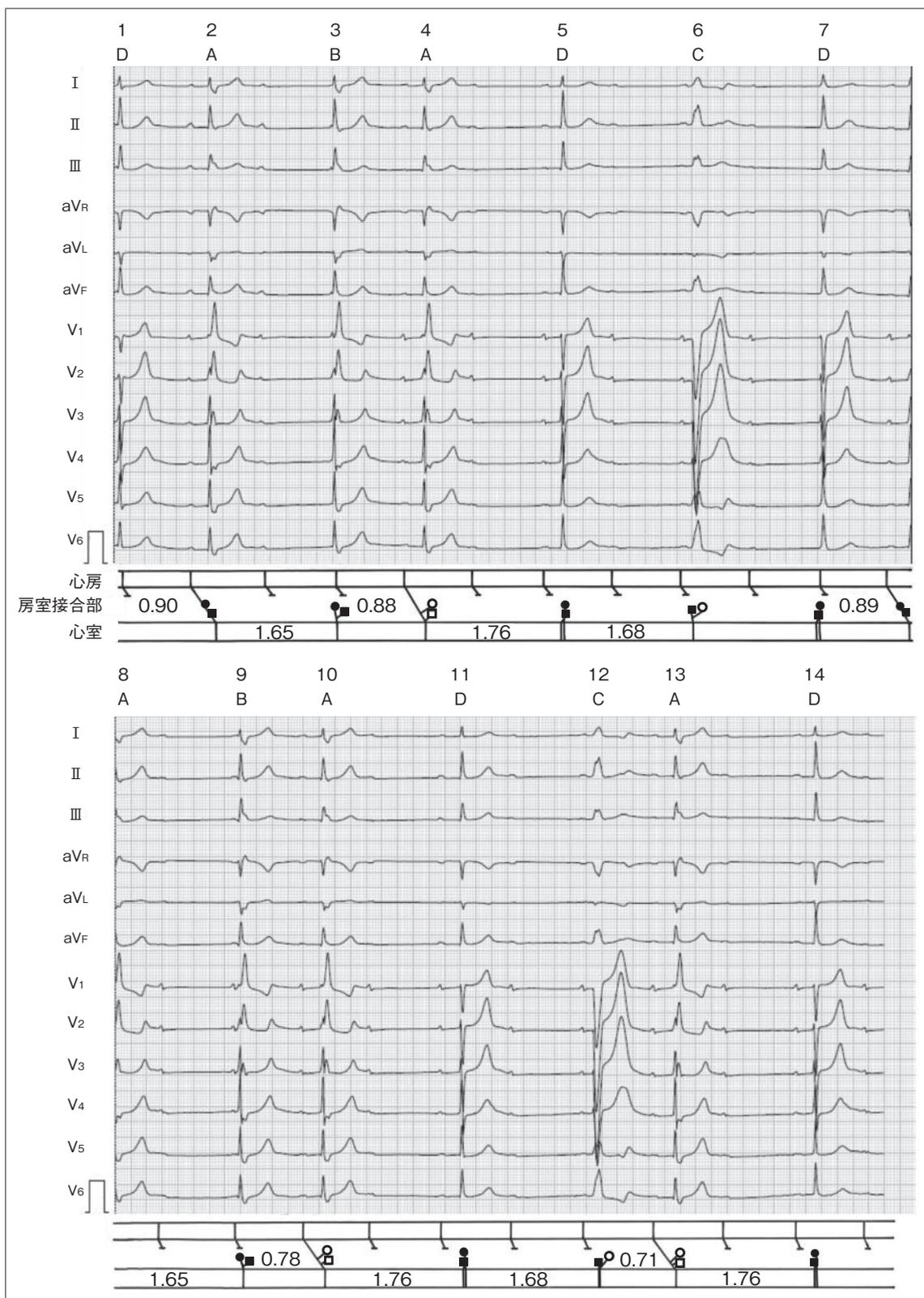


図2 標準12誘導心電図の同時記録(その2)

上下段は連続記録. RP間隔は房室接合部の欄に, RR間隔は心室の欄にを秒単位で示す. 記号は図1と同じ.

で心室捕捉 A よりも R 波が高く、QRS 軸がやや右方に偏位 (+ 60°) していること、RR 間隔が長い (1.65 秒) ことから、補充収縮 B (または補充調律 B) とし、刺激発生部位を補充中枢 B とする。RR 間隔は 1.65 秒であり、これを自動能周期とする。

3. 補充収縮 C (図 1 の第 9 拍, 図 2 の第 6, 12 拍)

図 1 の第 9 拍, 図 2 の第 6 拍および第 12 拍の QRS 波形は、幅 0.16 秒の左脚ブロック型であり、RR 間隔が長い (1.68 秒) ことから、補充収縮 C (または、補充調律 C) とし、刺激発生部位を補充中枢 C とする。図 2 の第 6 拍, 第 12 拍が RR 間隔 1.68 秒で出現していることから、これを自動能周期とする。

4. 融合収縮 D (図 1 の 7, 8, 10, 12 拍, 図 2 の 1, 5, 7, 11, 14 拍)

上記のいずれにも属さない QRS 波形は RR 間隔が長いことから、すべて補充収縮と考えられたが、右脚ブロック型と左脚ブロック型の中間的な波形を示しているため、融合収縮 D とする。II 誘導および aV_F 誘導の R 波高が心室捕捉 A よりも高いため、補充収縮 B と補充収縮 C の融合と考えられる。図 1 の第 7 拍は補充収縮 B に、図 1 の第 8 拍は補充収縮 C に最も近似している。

図 1 の第 12 拍, 図 2 の第 5, 7, 11, 14 拍は正常な QRS 波形 (QRS 幅 0.08 秒) を呈している。これは、補充収縮 B および補充収縮 C がほぼ同時に脱分極したために、左右脚の脱分極が同期して正常幅の QRS 波が出現したものであるが、そのうち第 5, 11, 14 拍は一時的に房室伝導が回復した心室捕捉とも考えられる。高度房室ブロックにおいて心室捕捉と診断するうえで、①伝導したと考えられる洞性 P 波に関して PR 間隔が一定であること、②RR 間隔が補充収縮よりも短いことが条件として挙げられる。この条件に対して、①第 5, 11, 14 拍の PR 間隔は 0.24, 0.28, 0.28 秒と一定ではないこと、図 2 の第 7 拍のように正常軸の QRS 波を呈しながらも直前に P 波がない場合もあること、②RR 間隔がほかの補充収縮より短くないことから、心室捕捉の可能性は低いと考えられた。図 2 の第 5,

11, 14 拍は RR 間隔 1.76 秒 (ただし、融合収縮の RR 間隔は心室捕捉 A の出現する際の RP 間隔により異なる) で出現しており、これは補充収縮 B, C の自動能周期よりもやや長い。

IV. 考 察

1. 自動能周期 (RR 時間) と RP 時間について

図 1 および図 2 を見ると、補充収縮 B・補充収縮 C・融合収縮 D の自動能周期 (RR 間隔) に差が生じていること、心室捕捉 A の RP 間隔の差によって融合収縮 D の RR 間隔に違いが生じていることがわかる。そこで、自動能周期 (RR 間隔) と心室捕捉 A の RP 時間から、本症例を検討した。

まず、自動能周期 (RR 間隔) を見てみると、補充収縮 B の 1.65 秒、補充収縮 C の 1.68 秒に比し、融合収縮 D (図 2 の第 5, 11, 14 拍) は 1.76 秒で、融合収縮 D のほうが長い。これは、融合収縮 D (図 2 の第 5, 11, 14 拍) は直前の心室捕捉 A (図 2 の第 4, 10, 13 拍) が逆行性に伝導 (逆行性不顕伝導) したことから、次の補充収縮の刺激生成が遅れて RR 間隔が延長 (1.76 秒) したのに対し、補充収縮 B (図 2 の第 3, 9 拍) は直前の心室捕捉 A (図 2 の第 2, 8 拍) が順行性に伝導し補充中枢を脱分極したことにより、本来の自動能周期 (1.65 秒) で現れたと考えられた。

さらに、心室捕捉 A の RP 時間を見てみると、図 2 の第 2, 8 拍 (0.90, 0.89 秒) は、図 2 の第 4, 10, 13 拍 (0.88, 0.78, 0.71 秒) よりも長い。これは次の洞性 P 波が 0.89 秒よりも遅れて現れた場合は、補充中枢よりも近位側の伝導障害部位が不応期から回復し、順行性に伝導して補充中枢を脱分極したことで周期更新されるが、0.88 秒よりも早く現れた場合はヒス束下部を回り込んで逆行性に不顕伝導し補充中枢を脱分極するために、一定の伝導遅延をもって周期更新されると考えられた。ここでは、逆行性不顕伝導時間は 0.11 秒 (補充収縮 B と融合収縮 D の差) と考えられた。

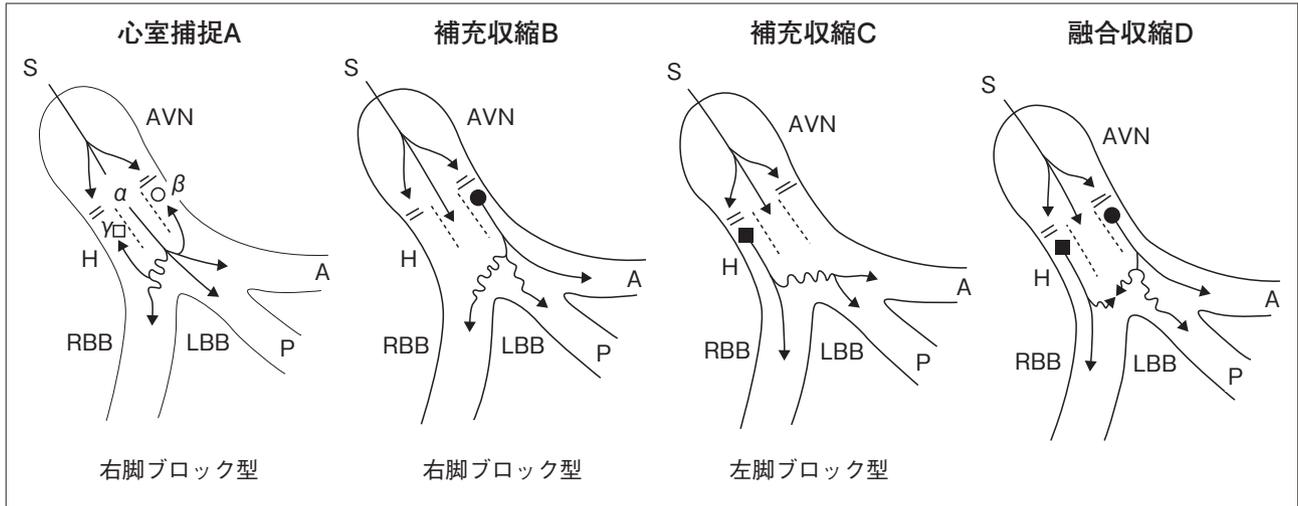


図3 ヒス束内 triple pathway 縦解離のメカニズム

S: 洞結節, AVN: 房室結節, H: ヒス束, RBB: 右脚, LBB: 左脚, A: 左脚前枝, P: 左脚後枝. そのほかの記号は図1と同じ.

2. ヒス束内 triple pathway 機能的縦解離のメカニズムについて

上述の通り、心室捕捉が順行性に伝導する場合と、逆行性に伝導(逆行性不顕伝導)する場合のあることから、補充中枢 B, 補充中枢 C は心室捕捉 A の伝導路上に局在せず、それぞれ異なった伝導路があると考えられた。また、補充収縮 B および補充収縮 C の自動能周期が極めて近似していることから、両補充中枢は刺激伝導系のほぼ同位置にあると思われる。脚の伝導障害としてとらえると、補充中枢 B が左脚、補充中枢 C が右脚に局在することになるが、それでは①逆行性不顕伝導する場合のあること、②補充収縮 B がやや右方に偏位していることの説明が困難となる。また、融合収縮 D が様々な程度をなしていることから、一方が脚レベルの局在であるとも考えにくい。

従来、脚ブロックは左右脚の伝導障害が原因とされてきたが、1977年に Narula¹⁴⁾、1978年に El-Sherifら¹⁵⁾が、ヒス束遠位部のペーシングにより幅の狭い QRS 波が現れた脚ブロック症例について報告して以降、ヒス束内の伝導障害によっても生じることが明らかとなった。そこでわれわれは、本症例はヒ

ス束内に障害部位があり、triple pathway 機能的縦解離していると想定し、そのメカニズムについて検討した。

図3にヒス束内 triple pathway 機能的縦解離のメカニズムを示す。ヒス束が左脚後枝束(α 路)、左脚前枝束(β 路)、右脚束(γ 路)の3つに機能的縦解離していると考え、 β 路と γ 路には補充中枢よりも近位側に伝導障害部位があり、心室捕捉 A の興奮は α 路を伝導し、右脚束へ横伝導するために右脚ブロック型となる。 β 路に中枢のある補充収縮 B (図3●)はヒス束下部で右脚束および左脚後枝束に横伝導し遅延が生じるために、やや右方に偏位した右脚ブロック型となる。 γ 路に中枢のある補充収縮 C (図3■)は左脚束に横伝導するために、左脚ブロック型となる。さらに、補充収縮 B (●)と補充収縮 C (■)がほぼ同時に現れると、さまざまな程度をなす融合収縮 D が出現する。

図3では平面で示しているが、これを立体的に見てみると、 β 路および γ 路は隣接している。したがって、ヒス束近位部にある β 路と γ 路の障害部位も隣接しており、単一の広がりをもつと考えられる。 α 路の伝導障害部位も同部位にあり、かつ最も

軽微であるとも考えられるが、異なる可能性もある。ヒス束下部で横伝導していることから、 α 路の伝導障害部位がヒス束下部(HVブロック)である可能性は低く、房室結節(AHブロック)もしくはヒス束内(HH'ブロック)が障害部位であるとも考えられる。

Nakazatoらは、ヒス束内伝導障害4例を剖検したところ、ヒス束のみならず、左右脚分岐部にも伝導障害が生じていたことを報告した¹⁸⁾。この報告により、ヒス束内縦解離はヒス束および左右脚分岐部にかけて均等に生じるのではなく、複数の部位で同時に発生して広がっていくことが明らかとなった。この報告は剖検例であるが、日常診療においてもヒス束内 triple pathway 機能的縦解離症例に遭遇する場合も多々あると思われる。したがって、本症例も α 路、 β 路、 γ 路の伝導障害部位は単一の広がりをもっており、ヒス束縦解離が複数の部位で同時発生して広がった可能性も十分にある。

このように、①ヒス束下部から回り込んで逆行性に伝導し(逆行性不顕伝導)、周期更新する場合のあること、②補充中枢B、補充中枢Cは心室捕捉Aの伝導路上に局在せず、それぞれ異なった伝導路があると思われること、③補充中枢Bと補充中枢Cの自動能周期は極めて近似しており、ほぼ同位置に中枢があると思われること、④さまざまな程度をなす融合収縮が出現することから、補充中枢Bおよび補充中枢Cの中枢は脚レベルとは考えにくいことから、本症例はヒス束内縦解離およびヒス束内 triple pathway 機能的縦解離していると考えられた。

V. 本症例報告の限界

本症例は、血液系悪性腫瘍で血液内科に入院したところ、心電図異常が見られたため、緊急にペースメーカー植込み術を受けた症例で、臨床的ナリスクに鑑み、ヒス束心電図検査、電気生理学的検査をはじめとする観血的検査は行っていない。したがって、機能的縦解離を支持するに十分な裏付けはなく、心電図波形をもとにそのメカニズムを推測するに留まったことが、本症例報告の限界である。

VI. 今後の課題とヒス束内縦解離症例の研究の意義

先に挙げた通り、ヒス束内縦解離については、これまで多くの報告がなされてきた^{1)~18)}。そのうち、左脚ブロック症例で、変動する連結期により心房期外収縮が右脚ブロック型や正常QRS波を伴う場合にもヒス束内縦解離が示唆された、との報告もあるが⁴⁾、このような症例については、障害された脚における過常期伝導との鑑別が容易ではなく、今後の課題である。

また、最近われわれは、右脚ブロック型の補充調律が現れるなかで、一定のRR間隔を維持しつつQRS波形が変化する融合収縮の見られる症例を経験した。補充収縮は房室接合部のみから一定の周期で出現しており、ヒス束内縦解離により多様な融合収縮を呈した貴重な症例と考えられたため、加藤らが報告した¹⁹⁾。

引き続き、われわれはヒス束内 triple pathway 機能的縦解離の研究を重ね、日常診療に活かしていきたいと考えている。

VII. 結 語

高度房室ブロック症例において、心室捕捉は右脚ブロック型でQRS軸は $+30^\circ$ であるのに対し、2種類の補充収縮(右脚ブロック型でQRS軸は $+60^\circ$ 、左脚ブロック型)が現れ、様々な融合収縮を呈する複雑な不整脈を経験した。2つの補充収縮の自動能周期が1.65秒、1.68秒と極めて近似していることから、それよりも長い自動能周期を説明しようとする、ヒス束内 triple pathway 機能的縦解離を想定することで初めて解釈可能と考えられたため、報告した。

謝辞

本稿の投稿にあたり滋賀医科大学情報総合センター・医療情報部・循環器内科の芦原貴司先生にご指導・ご高閲賜りましたことを深謝します。

〔文 献〕

- 1) 加藤孝和, 前田知行, 池田誠道, ほか: 交代性脚ブロックの1例. 心臓, 1982; 14: 546-552
- 2) 加藤孝和, 西山勝彦, 玉利公正, ほか: 縦解離を伴うHis束内伝導障害による複数H波と思われる1症例. 心臓, 1983; 15: 1026-1031
- 3) 井上優, 加藤孝和: 右脚ブロックから左脚ブロックに移行した交代性脚ブロックの1症例. 滋賀医学, 1994; 17: 86-90
- 4) 加藤孝和, 二宮英樹, 山中俊彦, ほか: 左脚ブロック例における心房期外収縮の検討. 滋賀医学, 1995; 18: 41-49
- 5) 加藤孝和, 佐々木嘉彦, 辻村吉紀, ほか: 交代性脚ブロックの1例. 滋賀医学, 1997; 20: 44-47
- 6) 加藤孝和, 木下眞二, 辻村吉紀, ほか: 急性心筋梗塞症例に見られた交代性脚ブロック. 滋賀医学, 2001; 24: 47-52
- 7) 加藤孝和, 木下眞二, 辻村吉紀, ほか: 臨床心電図でHis束内障害による右脚ブロックと診断した1症例. 滋賀医学, 2004; 26: 78-82
- 8) 加藤孝和, 木下眞二, 辻村吉紀, ほか: 房室2重経路とHis束内機能的縦解離の合併—臨床心電図での考察一. 滋賀医学, 2012; 34: 83-88
- 9) 加藤孝和, 木下眞二, 辻村吉紀, ほか: PR間隔の変動を伴う間歇性右脚ブロック—機能的His束内縦解離による考察一. 滋賀医学, 2014; 36: 43-49
- 10) 加藤孝和, 鈴木雅之, 木下眞二, ほか: 脚ブロックにおけるconcertina effectとaccordion-like effect—His束内縦解離による考察一. 滋賀医学, 2014; 36: 17-24
- 11) Katoh T, Kinoshita S, Tsujimura Y, et al.: Triple pathways longitudinal dissociation in the His bundle showing right bundle branch block and double ventricular responses. 滋賀医学, 2008; 30: 46-53
- 12) 加藤孝和, 木下眞二, 辻村吉紀, ほか: His束内縦解離に伴うHis束内3重経路により等頻度房室解離の様相を呈した1症例. 滋賀医学, 2011; 33: 46-60
- 13) 加藤孝和, 中村香織, 高橋理美, ほか: 房室2重経路とHis束内triple pathway縦解離の合併. 滋賀医学, 2017; 39: 19-25
- 14) Narula OS: Longitudinal dissociation in the His bundle: Bundle branch block due to asynchronous conduction within the His bundle in man. Circulation, 1977; 56: 996-1006
- 15) El-Sherif N, Amat-Y-Leon F, Schonfield C, et al.: Normalization of bundle branch block patterns by distal His bundle pacing. Clinical and experimental evidence of longitudinal dissociation in the pathologic His bundle. Circulation, 1978; 57: 473-483
- 16) Katoh T, Nishimura M, Tsuji Y, et al.: Double His deflections caused by intra-Hisian conduction disturbance with longitudinal dissociation. Am J Cardiol, 1984; 53: 368-370
- 17) Katoh T, Kinoshita S, Tsujimura Y, et al.: Double ventricular responses caused by longitudinal dissociation in the His bundle. J Electrocardiol, 2002; 35: 69-74
- 18) Nakazato Y, Nakata Y, Tokano T, et al.: Intra-His bundle block corresponds with interruption of the branching portion of the His bundle. PACE 1994; 17: 1124-1133
- 19) 加藤孝和, 辻村吉紀, 佐々木嘉彦, ほか: His束内縦解離—臨床心電図で疑うべき所見一. 滋賀医学, 2020; 42: 29-42

Triple Pathway Longitudinal Dissociation in the His Bundle in a Patient with High-degree Atrio-ventricular Block

Shoko Shimizu¹, Chihiro Okuni¹, Chika Miyamoto¹, Yuriko Sawada¹, Yoshihisa Fujisawa¹, Takakazu Katoh²

¹Central Clinical Laboratory, Shiga University of Medical Science Hospital

²Katoh Cardiovascular Clinic

Abstract : We reported a patient with high-degree atrio-ventricular block with various QRS complexes. While the ventricular captured beats showed right bundle branch block (RBBB) axis $+30^\circ$ (A), 2 patterns of escape beats, i.e. RBBB axis $+60^\circ$ (B) and left bundle branch block (LBBB) (C), were observed with cycle lengths 1.65 and 1.68 sec, respectively. Fusion beats of various degrees between B and C were also observed. When RP interval was > 0.89 sec, the P wave depolarized the escape focus antegradely. When RP interval was ≤ 0.88 sec, the P wave did not antegradely depolarize the escape focus but retrogradely depolarized it with some delay, conducting via the lower portion of His bundle transversely. QRS axis of B showed mild rightward shift compared with that of A. With the aforementioned electrocardiographic findings, we concluded that His bundle was functionally dissociated into triple pathway. In addition, the P wave conducting through the bundle connecting to the left posterior bundle branch caused A, and two escape focuses localized in the bundles connecting to the left anterior bundle branch and right bundle branch caused B and C, respectively.

Keywords : Longitudinal dissociation in the His bundle, High-degree atrio-ventricular block, Escape beat, Triple pathway

