

総 説

心室内伝導障害及び房室ブロックの航空医学適性評価及び判定法試案

高田邦夫, 足立 健*, 伊古美文隆**

防医大誌 (2018) 43 (1) : 1 - 15

要旨: 心室内伝導障害 (IVCD) 及び房室ブロック (AVB) は航空業務に対する医学適性 (以下「適性」という) を考える上で, 現在まで必ずしも詳細な検討がされておらず, 懸念事項として残されている。ここでは, 国内外の臨床及び航空医学的知見の検索を行い, IVCD/AVBを認めた操縦士の適性評価を検討し, 判定法試案を作成した。今回の結論として, 基礎疾患を有しない完全右脚ブロック, 完全左脚ブロック, 非特異的心室内伝導障害, 若年者の2枝ブロック, 1度AVB又はWenckebach型AVBは適性を有する。ただし, 右脚ブロック様波形, 高齢者の2枝ブロック又は1:2 AVBには注意を要する。3枝ブロック, Mobitz 2型AVB, 高度AVB, 3度AVBの場合は原則適性を欠くとするのが合理的と考える。

索引用語: 航空身体検査 / 民間航空 / 軍事航空 / 自衛隊
/ ウェーバー審査

緒 言

右脚ブロック, 左脚ブロック等の心室内伝導障害 (intraventricular conduction disturbance: IVCD) 及び房室ブロック (atrioventricular block: AVB) は先天的又は後天的に生じた心臓刺激伝導系の異常である。これらは突然に生ずる循環動態の変化 (以下「hemodynamic phenomena (HDP)」という) を招きうる。HDPは, 航空業務における重大事故につながる機能喪失 (incapacitation) の原因であり, 適切な診断により航空業務に対する医学適性 (以下「適性」という) を判断しなければならない。適性とは, ①あらゆる状況下で安全に飛行するために必要な水準以上に心身の状態があること, ②この状態が有効期間中維持されると予想されること, を指す¹⁾。

わが国の民間航空や自衛隊において, 重度の

IVCD/AVBの場合は, 航空身体検査マニュアル¹⁾ や航空身体検査に関する訓令²⁾ に記載されている身体検査基準に基づき, 民間航空では不適合, 自衛隊では不合格 (身体検査基準を満たさない状態を意味する, 以下これらを「不適合」という) として航空業務を行うことが出来ない。

ただし不適合とされても, 航空業務を希望する者は, 所要の精密検査を行い, 必要に応じて治療を行い, 症状等が安定していることが確認されてから, ウェーバー (Waiver) 審査を申請することができる。ウェーバー審査とは, 不適合とされた申請者に対して, その者の経験及び能力を考慮して, 当該不適合事項が航空安全を脅かさないと判定される場合に限り, 身体検査基準に適合するとみなすことができる制度であり^{1, 2)}。ここでは, 合格の場合を「適性を有

防衛医科大学校防衛医学研究センター異常環境衛生研究部門
Division of Environmental Medicine, National Defense Medical
College Research Institute, National Defense Medical College,
Tokorozawa, Saitama 359-8513, Japan

*防衛医科大学校内科学講座

Department of Internal medicine, National Defense Medical
College, Tokorozawa, Saitama 359-8513, Japan

**防衛医科大学校防衛医学研究センター

National Defense Medical College Research Institute, National
Defense Medical College, Tokorozawa, Saitama 359-8513, Japan

平成29年8月23日受付
平成29年10月25日受理

する」, 不合格の場合を「適性を欠く」と表記する。加えて, 身体検査基準に適合するか判定困難な例に対しても, ウェーバー審査を申請し, 評価及び判定を受けることもできる³⁾。つまり, 適性に関して詳細な検討が必要な場合は, 原則ウェーバー審査の対象になる。

米空軍は, 比較的詳細なウェーバー審査評価法に関するガイド (Air Force Waiver Guide) を公表している⁴⁾。そこには, 知見に基づいて, ウェーバー審査が受けられる条件, 必要な検査, 及び経過観察期間等が比較的詳細に記載されており, 定期的な更新も行っている。このことから, 米空軍ではウェーバー審査に関して力を傾注していることが窺えるが, 当該ガイドには判定基準に関する記載は乏しい。一方, わが国の国土交通省航空局や自衛隊には, このように詳細なガイドは存在しない。わが国は, 独自の適性に関する知見の解析/検討を行うことは可能と考えられるが, 多くの人員をこれらに当てることは困難である。このような状況下, 操縦士と密に接している航空会社の産業医, 指定航空身体検査医及び自衛隊医官等の協力, 各分野の臨床専門家からの助言及び専門的知識等の提供などを受けられれば, 益と害のバランスなどを考量して, 申請者と判定者の意思決定を支援するために最適と考えられるガイドを作成することは可能と考えられる⁵⁾。

ここでは, わが国の今後の航空医学発展のため, 国内外の臨床及び航空医学的知見の検索を行い, ガイド作成の参考となるIVCD/AVBを認めた申請者 (操縦士) の適性評価を検討し, 判定法試案を作成したい。

臨床及び航空医学的知見

一般に, IVCD/AVBを臨床医学的に評価するためには, 「臨床心臓電気生理検査 (electrophysiological study: EPS) に関するガイドライン (以下「EPSガイドライン」という)」⁶⁾, 「不整脈の非薬物治療ガイドライン (以下「非薬物治療ガイドライン」という)」⁷⁾ に基づくのが適切と考える。

一方, 航空医学に特化された文献として, 民間航空医学マニュアル (Manual of Civil Aviation Medicine: 民間航空の医学評価に関する標準

的なマニュアル)⁸⁾, 航空身体検査医ガイド (Guide for Aviation Medical Examiners: 米国における航空身体検査マニュアル)⁹⁾, 米空軍ウェーバーガイド (Air Force Waiver Guide: 米空軍におけるウェーバー審査申請のためのマニュアル)⁴⁾, 米海軍ウェーバーガイド (U. S. Navy Aeromedical Reference and Waiver Guide: 米海軍における航空身体検査の方法及びウェーバー審査申請のためのマニュアル)¹⁰⁾ 等のマニュアル, Rayman's Clinical Aviation Medicine等の教科書^{11,12)} 等がある。

以上の文献を中心に, 適性評価及び判定法の検討に有用な記述を抽出し考察する。

1. 総論

1) 概要

IVCD/AVBは, 心房から心室へ刺激が伝達される際に, 刺激伝導系のいずれかの部位 (房室結節, His 束, His-Purkinje系) において, 伝導障害 (遅延又は途絶) が認められるものであり, IVCDとAVBが合併することもある^{6,13)}。病因としては, 自律神経性, 代謝/内分泌性, 薬物, 感染症, 遺伝性/先天性, 炎症性, 浸潤性, 新生物/外傷性, 変性, 冠動脈疾患, 特発性と多岐にわたる (Table 1)¹⁴⁾。

2) 分類

IVCDは, 主として右脚ブロック, 左脚ブロック, 非特異的IVCDに分類され, 左脚では前枝又は後枝 (左脚分枝) ブロックが単独で起こることがある¹⁵⁾。右脚と左脚前枝又は左脚後枝のうちどちらかに伝導障害が認められるものを2枝ブロック, これら3枝に認められるものを3枝ブロックという¹⁶⁾。Willemsらによる作業部会による診断基準をTable 2上欄に示す¹⁷⁾。

AVBは, 伝導障害の程度及びQRSの脱落の仕方によって, Table 2下欄のように分類される¹⁸⁾。すなわち, AVBは, PR間隔延長のみが認められる1度AVBから, 房室間が完全に途絶する3度AVBまで, いくつかの程度がある。2度AVBに関しては, Mobitz 1型2度AVB (Wenckebach型AVB, 以下「W型AVB」という) は伝導遅延であるのに対して, Mobitz 2型2度AVB (Mobitz型AVB, 以下「M型AVB」という) は伝導途絶であるため,

Table 1. 心室内伝導障害 / 房室ブロックの原因.

分類	病因
自律神経性	頸動脈洞過敏症
代謝/内分泌性	高カリウム血症 高マグネシウム血症
薬物	β 遮断薬 カルシウム拮抗薬 ジギタリス
感染症	心内膜炎 ライム病 Chagas病 梅毒
遺伝性/先天性	先天性心疾患 母親の全身性エリテマトーデス Kearns-Sayre症候群 筋強直性ジストロフィー
炎症性	全身性エリテマトーデス 関節リウマチ
浸潤性	アミロイドーシス サルコイドーシス
新生物/外傷性	リンパ腫 中皮腫 黒色腫
変性	進行性心臓伝導障害
冠動脈疾患	心筋梗塞
特発性	
	血管迷走神経性 甲状腺機能低下症 副腎不全 アデノシン 抗不整脈薬 (I群とIII群) リチウム 結核 ジフテリア トキノプラズマ症 顔面肩甲上腕型筋ジストロフィー Emery-Dreifuss型筋ジストロフィー 進行性家族性房室ブロック 混合性結合組織病 強皮症 ヘモクロマトーシス 放射線治療 カテーテルアブレーション

(Spragg DD, Tomaselli FG: Harrison's PRINCIPLES OF INTERNAL MEDICINE 18TH EDIRION, pp 1629-1637より引用改編)

Table 2. 心室内伝導障害 / 房室ブロックの診断.

完全右脚ブロック	①QRS幅が, 最も広い誘導で0.12秒以上 ②V1誘導におけるrsR'型 (時にRsr', Rr'型), 陰性T波 ③V5, V6やI誘導におけるQRS波の終末部に幅広いS波およびaVRのlateR波
不完全右脚ブロック	①QRS幅が, 最も広い誘導で0.12秒未満 (0.1秒以上) ②V1誘導におけるrsr'型 (時にrsR型), 陰性T波
完全左脚ブロック	①QRS幅が, 最も広い誘導で0.12秒以上 ②V5, V6やI誘導における幅広いnotchまたはslurのあるR波 ③I, V5, V6誘導におけるq波の欠如 ④V1ないしV2におけるQRS波の終わりの幅広いS波
不完全左脚ブロック	①QRS幅が, 最も広い誘導で0.12秒未満 (0.1秒以上) ②V5, V6やI誘導における幅広いnotchまたはslurのあるR波 ③I, V5, V6誘導におけるq波の欠如
左脚前枝ブロック	①QRS幅が, 最も広い誘導で0.12秒未満 ②QRS軸は-45度以上左方 ③I, aVL誘導でqR (またはR)型 ④II, III, aVFでrS型
左脚後枝ブロック	①QRS幅が, 最も広い誘導で0.12秒未満 ②臨床的に右室肥大, 肺気腫, 広範囲側壁梗塞や垂直心がなく, QRS軸が+110度以上右方 ③I, aVL誘導でrS型 ④III, aVFでqR型
右脚ブロック+左脚前枝ブロック	完全右脚ブロックの①, ②+左脚前枝ブロックの②, ③
右脚ブロック+左脚後枝ブロック	完全右脚ブロックの①, ②+左脚後枝ブロックの②, ④
非特異的心室内伝導障害	QRS波が0.12秒以上を示すが, 右脚ブロックあるいは左脚ブロックの形態を認めない
1度房室ブロック	PR間隔が0.20秒以上に延長するもの
Wenckebach型 (Mobits 1型) 2度房室ブロック	PR間隔が漸次延長してブロックが出現するもの
Mobitz型2度房室ブロック	PR間隔の延長を伴わずに突然ブロックが出現するもの
2:1房室ブロック	房室伝導比が2:1のブロック
高度房室ブロック	房室伝導比が3:1以上のブロック
3度房室ブロック (完全房室ブロック)	房室伝導が完全に途絶したもの

(Willems JL et al.: J Am Coll Cardiol 5, 1261-75, 1985及び加藤貴雄: 別冊循環器症候群I, pp. 579-582, 2007より引用改編)

後者はより伝導障害の程度が大きいとされている。ここで房室伝導が2:1の2:1 AVBは、W型AVBもしくはM型AVBの進行形と考えられているが、その鑑別は難しい。また、房室伝導が3:1以上のものは高度房室ブロックと呼ばれる。

稀なIVCD/AVBを来す疾患としては、心臓刺激伝導系の選択的壊死、変性により起こる進行性心臓伝導障害 (progressive cardiac conduction disease: PCCD) があり、遺伝子SCN 5の変異が原因とされる。明らかな基礎疾患がない例で、特に30-40歳未満の若年者に認められた場合にPCCDも鑑別に加えられる¹⁹⁾。

3) 診断

IVCD/AVBの存在診断は安静時心電図、必要に応じてホルター心電図によって行われる。安静時心電図は、IVCD及び持続性AVB (不可逆性又は先天性の原因によるもの) をとらえることができるが、一過性AVB (可逆性の原因によるもの) の場合は困難な場合がある。また、発作性にAVBが生じる場合、IVCDからAVBへ移行する場合、重症例では継時的変化を認める場合、ホルター心電図はこれらを明確にするために有用である^{6,18)}。

EPSによる心内電位記録 (intracardiac electrogram) にて、伝導障害の部位を特定することができる。ブロックがA波 (心房興奮波)、H波 (His束興奮波)、V波 (心室興奮波) のどこに存在するかを診断し、それぞれ、房室結節内 (AH block)、His束内 (BH block)、His束下 (HV block) の分類がなされる¹⁸⁾。

4) 重症度

IVCD/AVBの重症度は、ブロック部位より下位の補充中枢の安定性、つまり、補充調律

の出現部位とその頻度に依存している。補充調律拍数はブロック部位が下位になるほど低下し、房室結節内よりはHis束内、His束内よりはHis束下 (His束遠位部以下) でHDPが出現しやすい。また、ブロック部位が房室結節内で機能的原因によるものであれば、運動負荷や硫酸アトロピンで伝導が改善するが、BHブロックやHVブロックでは、より高度なブロックへ移行することから区別しうる^{6,14)}。

心電図所見上、右脚ブロック、左脚ブロック、左脚分枝ブロック、1度AVB、W型AVBは軽症例とされ、基礎疾患がなく心機能が保たれておれば原則としてHDPを認めない。ただし、PR間隔及びQRS幅の継時的延長は、冠動脈疾患による死亡の危険因子であるという報告があり²⁰⁾、このような場合は注意を要する。ただ、1度AVB又はW型AVBにQRS延長 (脚ブロック) の合併を認めた場合は、房室結節より末梢での伝導遅延が示唆され¹⁴⁾、ブロック部位診断のためEPSが考慮される⁶⁾。

2枝ブロック、3枝ブロック、交代性脚ブロック (右脚ブロックと左脚ブロックを交互にしめすもの)、M型AVB、高度AVB、3度AVBは、His束下の伝導障害の可能性から重症例とされ、心機能が保たれていたとしてもHDPを認める可能性が高い^{6,14,21)}。そのため、上記を認めた場合は、ブロック部位診断のためEPSが考慮される⁶⁾。また、2枝ブロックを伴う患者の突然死の原因の多くは、3度AVBの発症ではなく心室性頻脈性不整脈であるとの報告があり²²⁾、IVCDのEPSによるリスク評価は、頻脈性不整脈についても評価する必要がある⁶⁾。

Table 3にはEPSガイドラインを参考に伝導障害があるとされる目安を示した⁶⁾。

Table 3. 心臓電気生理検査における異常所見

心室内伝導異常

- ① 2・3枝ブロックでは、HV間隔が0.055秒以上
- ② 150/分以下の心房連続刺激で生ずるHV間のブロック
- ③ His-Purkinje系の有効不応期が0.45秒以上
- ④ プロカインアミド負荷 (300~1000mg、静注) により、HV間隔が対照時の2倍以上、あるいは0.1秒以上の延長 (正常では、HV間隔の延長は20%以下である)、または、His束内やHis束以下の2度ないし3度のブロックの出現。対照時、プロカインアミド投与後、あるいはリドカイン (1~2 mg/kg、静注) 投与後の心室連続刺激による2度ないし3度のブロックの出現
- ⑤ 心室プログラム刺激による心室頻拍、心室細動の誘発

房室ブロック

- ① BHブロック又はHVブロック

(臨床心臓電気生理検査に関するガイドライン (2011年改訂版) より引用改編)

2. 各論

1) 右脚ブロック

a. 臨床医学的知見

通常右脚ブロックは、不完全でも完全でも病的意義はなく²³⁾、予後は伝導障害それ自体よりも原因となっている基礎疾患に規定される²⁴⁾。右脚ブロックを認めるが、基礎疾患が否定されたわが国の航空会社操縦士36名(平均年齢44.4歳)の平均10年間の観察では、心事故が一件も認められていな

い²⁵⁾。このように右脚ブロックは予後良好とされるが、検索の結果、右脚ブロック様波形を認めた場合に注意する点があり、Table 4及びFig. 1にまとめた^{7, 23, 24, 26-28)}。

b. 航空医学的知見

わが国の民間航空において、臨床症状がなく、心エコー検査、ホルター心電図、冠動脈CT又は核医学検査等の「詳細な検査」の結果、原因となる疾患のない場合は適合作ることができる。その後の更新時に、

Table 4. 右脚ブロック様波形を認めた場合の注意点.

- ① 不完全右脚ブロックの診断基準にあるV1における「rsr'パターン」は心房中隔欠損症との関連が示唆されている²⁴⁾。
- ② 完全右脚ブロックと右室肥大の心電図は似ている。右室肥大は右心負荷があることを示し病的であるので、鑑別が必要である。右室肥大の心電図基準は様々報告されているが、感度特異度ともに高い基準はない。完全右脚ブロック類似の心電図パターンのうち、強い右軸偏位(110°以上)、肺性P波、V1でR/S>1、V5でR/S<1の所見を認めれば完全右脚ブロックではなく、右室肥大を疑って心エコー検査を行った方がよい²⁴⁾。
- ③ 診断基準(Table 2)に記載した通り、著明な右軸偏位を認めた場合は左脚後枝ブロック、著明な左軸偏位を認めた場合は左脚前枝ブロックの合併した2枝ブロックを疑うべきである⁷⁾。
- ④ 房室ブロック(主として第1度)を認めた場合は3枝ブロックを疑うべきである²⁵⁾。
- ⑤ プルガダ症候群の鑑別は重要である²¹⁾。なお、プルガダ症候群は、特発性の心室細動を起こす疾患として知られているが、その評価法については我々が以前に見解を示した(高田ら: プルガダ症候群の航空医学適性評価及び判定法に関する検討. 防衛医科大学校雑誌)²⁶⁾。
- ⑥ Aizawaらは、器質的疾患(冠攣縮も含む)、原発性の心電図異常(QT延長症候群及びWPW症候群等)及び薬物誘発を実施しタイプ1型プルガダ型心電図波形を示さなかった特発性心室細動の患者の12名の完全右脚ブロック患者(平均年齢44歳)について検討を行った。心室細動を起こしていないコントロールの右脚ブロック患者のQRS幅(139±10msec)と比べて、心室細動を起こした右脚ブロック患者のQRS幅(150±14msec)が有意に広いと報告している。考察の中では、そのような例はプルガダ症候群のある表現型であり、繰り返し心電図を実施することにより、早期再分極を示すJ波を発見できるのではないかと述べている²⁷⁾。
- ⑦ 不整脈源性右室心筋症は、右室心筋の変性、脂肪浸潤、線維化を特徴とし、原因不明の右室の拡大や収縮不全及び心室不整脈を来す疾患である。心電図上、QRS幅の延長(右脚ブロック型を示す場合が多い)、ε波(V1~V3誘導でQRS波終末部のノッチ)の存在(Fig. 1A)、delayed S wave upstroke (V1~V3におけるS波の>55msecの拡大)(Fig. 1B)が特徴である²⁸⁾。

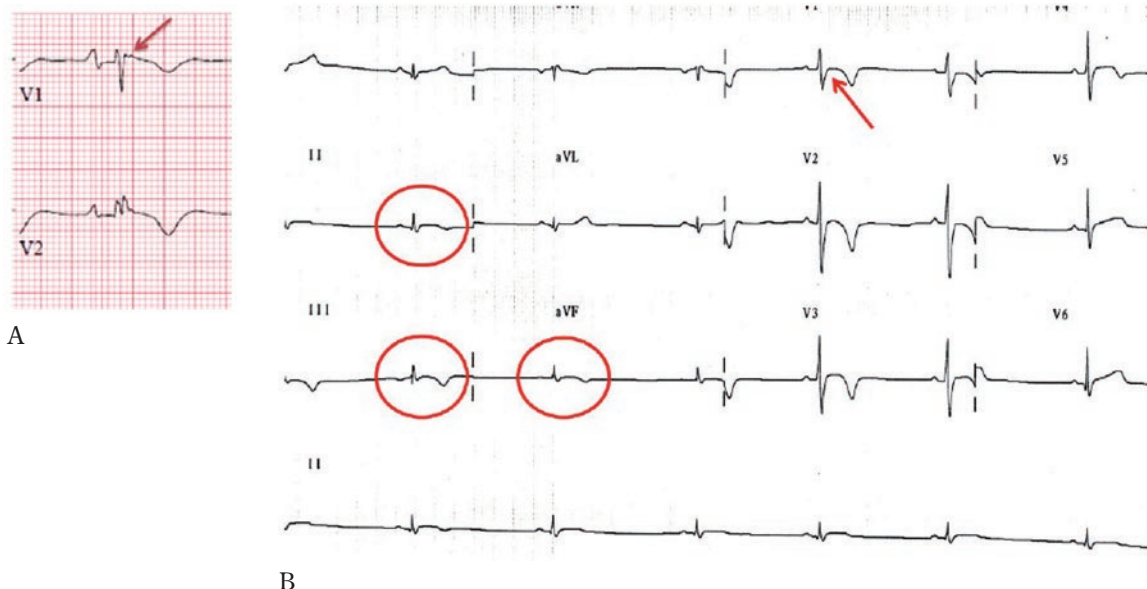


Fig. 1. 不整脈源性右室心筋症.

A: QRS波終末にε波(V1~V3誘導でQRS波終末部のノッチ)を認める。

B: Delayed S wave upstroke (V1~V3におけるS波の>0.055秒の拡大)をV1に認め、下壁誘導(II, III, aVF)に低電位と陰性Tを認める。

(Drezner JA et al: Br J Sports Med 47: 137-152, 2013より引用)

安静時心電図を確認し、PR間隔、QRS幅、軸偏位の経時的变化のないことを確認することを条件に適合とすることができる。航空自衛隊では、独自の基準により右脚ブロックは「40歳後初発した完全右脚ブロック又は右脚ブロックで症状を伴うもの」が不適合となっている²⁹⁾。

民間航空医学マニュアル、Rayman's Clinical Aviation Medicineには、基礎疾患を認めなければ、制限なく航空業務に復帰してよいと記載されている^{8,11)}。加えて、Rayman's Clinical Aviation Medicineによると、新たに右脚ブロックを起こした米空軍航空従事者に対し、以前は心エコー検査、運動負荷心電図検査及びホルター心電図により評価していたが、3つの検査全てで大半(80-90%)が正常であり、異常所見の更なる精査は、航空業務制限に至らないことが多かった。よって現在、米空軍では心エコー検査だけが行われている¹¹⁾。

2) 左脚分枝ブロック

a.臨床医学的知見

左脚の形態には個体差が大きいが、心電図学的には左脚を前枝と後枝の2枝に分類するのが一般的である⁶⁾。これらが単独で伝導障害が認められた場合、それぞれ左脚前枝ブロック、左脚後枝ブロックと呼ぶ。左脚前枝ブロックの発症頻度は5%程度と考えられ、加齢とともに増加する。左脚後枝ブロックの頻度は左脚前枝ブロックより少なく、1/30程度と報告されている¹⁶⁾。基礎疾患を認めない左脚前枝ブロックは冠動脈疾患の危険性をわずかに上昇させるが、生命予後には影響せず、AVBの危険性もないとされる¹⁵⁾。

b.航空医学的知見

民間航空医学マニュアル、Rayman's Clinical Aviation Medicineには、基礎疾患を認めなければ、制限なく飛行業務に復帰でき、将来の再検査の必要もないと記載されている^{8,11)}。

3) 左脚ブロック

a.臨床医学的知見

左脚は前枝と後枝に分かれて広範囲の左

室心内膜下に広がっているため、左脚ブロックを認めた場合は広範囲な心病変の存在が示唆される。発症は年齢とともに増加し、基礎疾患(Table 1)によるものもあるが、特発性のももあり、心機能が保たれておれば特有の症状はない²¹⁾。

左脚ブロックの予後は、伝導障害よりも基礎疾患に規定されるが²¹⁾、完全右脚ブロックと異なり、完全左脚ブロックには死亡率の増加が認められる。この理由としては、右脚ブロックに比べ、左脚ブロックが心疾患に合併している頻度が高いという考えと²⁴⁾、左室の永続的な非協調運動による心機能低下によるものという考えがある³⁰⁾。

b.航空医学的知見

民間航空医学マニュアル、米空軍ウェーバーガイド、Rayman's Clinical Aviation Medicineには、基礎疾患を認めなければ、制限なく航空業務に復帰してよいと記載されている^{4,8,11)}。加えて米空軍ウェーバーガイドによると、基礎疾患を認めない左脚ブロック例は良性な所見と考え、3年に1度の再評価でよとされている⁴⁾。

4) 非特異的IVCD

a.臨床医学的知見

病態は、右脚や左脚より末梢のPurkinje線維又はPurkinje線維と心室筋接合部の障害、心室筋細胞間のギャップジャンクションの減少や局在の変化などにより興奮伝導が障害されるために発症するが、特有の症状はない³¹⁾。

b.航空医学的知見

Rayman's Clinical Aviation Medicineによると、基礎疾患を認めない場合、航空業務制限なく復帰してよい。QRS幅が0.12秒以上の長期予後に関する報告は少ない。従って、定期的な再評価を行うことが航空医学的に賢明であるとされている¹¹⁾。

5) 2枝ブロック、3枝ブロック

a.臨床医学的知見

2枝ブロックは、右脚ブロックに左脚前枝ブロック又は左脚後枝ブロックを合併した心電図所見を示す(Fig. 2, 3)³²⁾。3枝が障害された場合を3枝ブロックと呼び、心

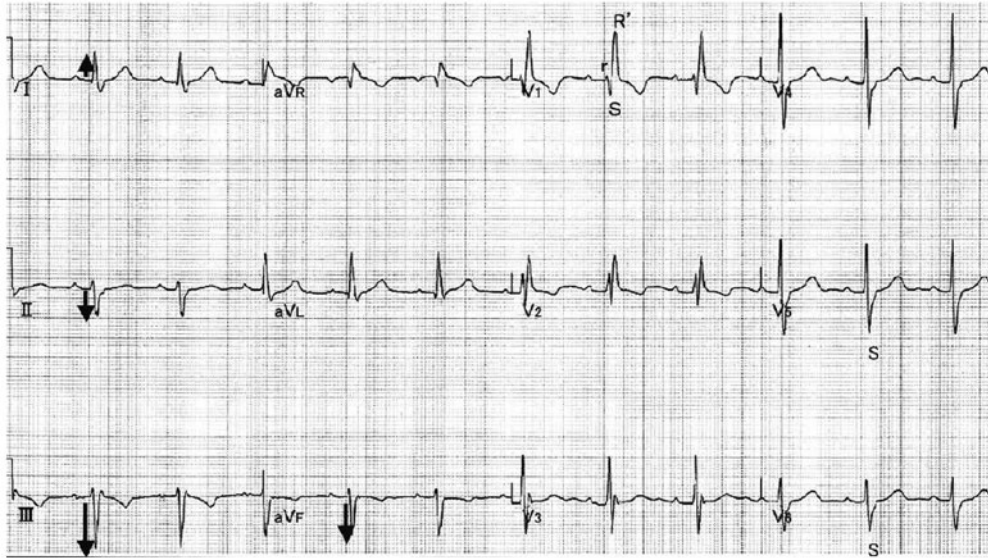


Fig. 2. 2枝ブロック (右脚ブロック+左脚前枝ブロック).

QRSの幅が広く、V1でrsR'型、V5, 6の幅広いS波より完全右脚ブロックが診断され、電気軸が -60 度に近く著明な左軸偏位がみられる。
(小沢友紀雄ら: 総合臨床 56: 777-791, 2007より引用)

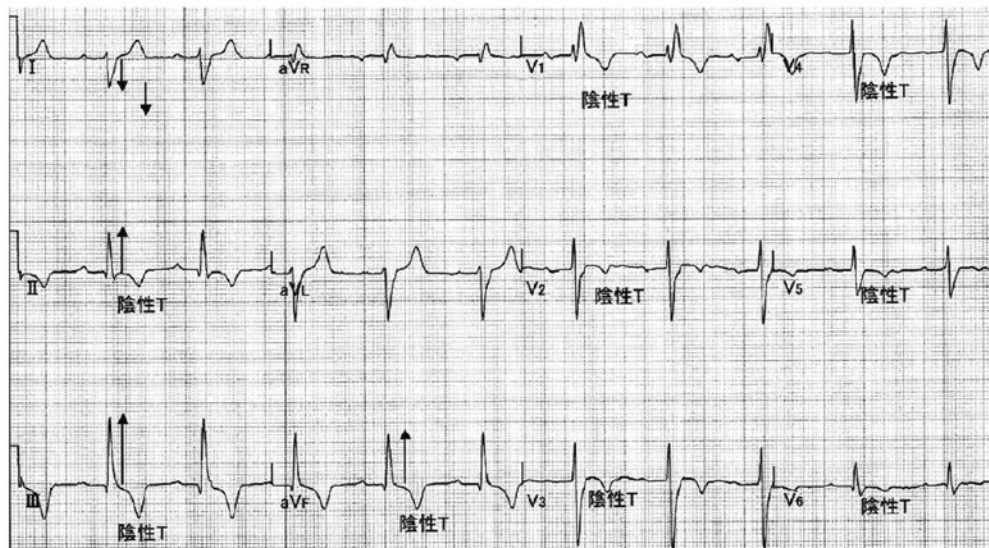


Fig. 3. 2枝ブロック (右脚ブロック+左脚後枝ブロック).

洞調律でQRSの幅が広く、V1でrsR'型より右脚ブロックがある。
IのQRSは下向き、avFで上向きなことから右軸偏位 ($+120$ 度付近) がみられる。
(小沢友紀雄ら: 総合臨床 56: 777-791, 2007より引用)

電図上は2枝ブロックの所見に1度AVB又は2度AVBを伴ったものを指し、His束の伝導障害を疑わせる所見である⁶⁾。また、右脚ブロックと左脚ブロックを交互に示す交代性脚ブロックも右脚と左脚両方の伝導障害を示唆する所見であることから、3枝ブロックと同様の病態と考えるべきである。

若年者(概ね60歳以下)で2枝又は3枝ブロックを有するものは、弁膜症、高血圧、先天性心疾患が基礎疾患として存在

し、高齢者(概ね60歳以上)の場合では、冠動脈疾患が多数を占めると言われている¹⁶⁾。なお、2枝ブロックの患者におけるHV間隔は、残存した1枝の伝導時間を示している⁶⁾。

Rotmanらは、基礎疾患を認めない349名の軍航空従事者(平均年齢39歳)を対象とした研究で、心疾患の頻度は、正常軸の右脚ブロック(238例)と軸偏位を伴った右脚ブロック(前枝ブロック合併20例、120

度以上の右軸偏位59例（ただし左脚後枝ブロック合併の診断基準は満たさず）の予後に差がなかったと報告した³³⁾。一方、McAnulyらは、一般人554名の2枝ブロック又は3枝ブロック患者（平均年齢64.3歳）を平均42.4ヶ月追跡調査したところ、死亡の予測因子は、加齢、うっ血性心不全、冠動脈疾患であり、突然死の予測因子は加齢、冠動脈疾患と報告した³⁴⁾。

Bouléらは、原因不明の失神があった171名の脚ブロック患者（QRS幅0.12秒以上、平均年齢72歳）について検討した。多変量解析の結果、心電図上の第1度AVB及び左脚後枝ブロックの合併が予後不良因子と報告した。彼らは、左脚後枝は解剖学的に最も損傷を受けにくい枝であり、それが障害されるということは、何かの広範囲な障害が起こっているのではないかと推察している³⁵⁾。

Nazariらは、失神の既往歴のある脚ブロック患者133名（左脚ブロック:110名、右脚ブロック単独又は他のIVCD合併例:23名、平均年齢62.6歳）に対しEPSを実施した。患者らのすべてが左室駆出率45%以上、基礎心疾患を認めず、EPSに異常（修正洞結節回復時間の異常、HV間隔の異常（0.07秒以上）、心室頻拍の誘発）を認めなかったが、平均3.7年の経過観察中にAVBを認めない群でさえ、平均2.6回の失神、14.28%の最近6ヶ月に2回以上の失神の発症、21.9%の冠動脈疾患の発症を認め、AVBを認めた群では更に多かった。彼らは、これらの患者に冠動脈疾患を合併すれば、更にHis-Purkinje障害は増悪するとしており、仮にEPSで正常であっても失神の再発は否定されないと述べている³⁶⁾。

b.航空医学的知見

米海軍ウェーバーガイドには、2枝ブロック及び3枝ブロックは不適合であり、ウェーバー審査も推奨されないと記載されている¹⁰⁾。

6) AVB

a.臨床医学的知見

I度AVB及びW型AVBは、通常、房室結

節内における伝導遅延である¹⁴⁾。健常人においても、特に若年成人やスポーツマンなどは、夜間の迷走神経の緊張で、軽度AVBがホルター心電図等で明らかになることがあるが、良性の所見として扱われる^{14,18)}。

M型AVB、高度AVB、3度AVBは、His束内かその遠位に伝導障害が生じ、QRSの脱落によるHDPを招く可能性が高い。また、脚ブロック等と関連することも多く、悪性の所見として扱われる¹⁴⁾。2:1 AVBは、先述した通りW型AVB又はM型AVBのいずれかの進行型かの鑑別が難しく、特殊なタイプとして独立して扱われる¹⁸⁾。

一般にI度AVB及びW型AVBでは、トレッドミル運動負荷心電図検査（以下「TM検査」という）で房室伝導は改善するが、His束以下に潜在性の伝導障害がある場合、又はAHブロックでも器質的障害によるものでは逆に房室伝導は不変もしくは悪化する³⁷⁾。

Criselらは、心筋梗塞既往、50%以上の冠動脈狭窄、TM検査又は核医学検査で虚血所見又は冠動脈形成術の既往があり、心機能正常である938名を1度AVB群（PR間隔0.22秒以上）とそれ以外の群に分けて5年の追跡調査を行った。多変量解析の結果、1度AVB群が有意に心不全及び心血管死が高かったと報告している。考察において、心不全の原因は、非協調運動、大動脈弁の閉鎖の遅延によるものを挙げ、心血管死の原因は、催不整脈性を挙げている。しかしながら、安定狭心症の予後に関しては不明としている³⁸⁾。

b.航空医学的知見

1度AVB

航空身体検査医ガイド、米空軍ウェーバーガイドには、適性を有すると記載されている^{4,9)}。民間航空医学マニュアルによると、QRS<0.1秒であり、脚ブロックの存在がなければ制限なく許可される⁸⁾。米海軍ウェーバーガイドには、簡単な評価としては、簡単な体操などの運動による評価を含むべきである。それは、心拍数が80-100回/分以上が必要であるとの記載があ

る¹⁰⁾。

W型AVB

航空身体検査医ガイド、米空軍ウェーバーガイドには、適性を有すると記載されている^{4, 9)}。一方、民間航空医学マニュアルによると、正常者で非常に珍しいため、ホルター心電図と運動負荷検査で誘発試験を行うべきとされている。そのような場合、長期のフォローアップが必要と、マルチクルー（操縦士が複数同乗する）業務制限が適性を認める上で必要である。W型AVBに加えて軸異常や脚障害の存在があれば適性を欠くとすることを勧告している⁸⁾。米海軍ウェーバーガイドには、TM検査及びホルター心電図を含む評価が必要と記載されている¹⁰⁾。

M型AVB, 高度AVB, 3度AVB

民間航空医学マニュアル、米空軍ウェーバーガイド、Rayman's Clinical Aviation Medicineには、適性を欠くと記載されている^{4, 8, 11)}。

7) 治療もしくはペースメーカー等によって病態が改善した状態

a. 臨床医学的知見

基礎疾患を認めた場合は、基礎疾患の治療を行う。基礎疾患の治療を行ったにもかかわらずHDPの症状を認める場合は、非薬物治療ガイドラインに基づいて心臓ペースメーカー（以下「PM」という）の適応となる⁷⁾。

b. 航空医学的知見

米海軍ウェーバーガイドによると、PMが挿入された場合は適性を欠く¹⁰⁾。民間航空医学マニュアルでは、PMが挿入された場合は通常自家用業務のみに可能としてよく、PM依存性の者は通常事業用業務の適性を欠き、除細動機能等がついたものは適性を欠くとされている⁸⁾。Rayman's Clinical Aviation Medicineによると、PMの使用に関して、マルチクルー条件を付与、2ヶ月の経過観察の後の業務復帰、双極刺激法、を強く推奨するのが妥当であり、軍における航空業務復帰は推奨されない。航空医学的処置においては、PM植え込み前の重症

度、PMへの依存度合い、器質的心疾患/基礎疾患の存在及び重症度を考慮すべきである。加えて、PMの定期的かつ詳細な経過観察を6ヶ月毎に行わなければならない。そのような経過観察は、PM、PM検査装置、24時間心電図記録を含む装置の問題の取扱いに十分経験を積んだ医療技師を必要とする¹²⁾。

医学的知見に基づいた適性の考え方

ここでは、IVCD/AVBに対して医学的な根拠に基づいた適性判定について考察し、判定基準の試案を示した。

1. 考え方の基本

基本的にIVCD/AVBの軽症例（右脚ブロック、I度AVB及びW型AVB等）は、特発性に認めるが、その他の場合はTable 1に示した基礎疾患を合併している場合が多い。失神等の理由により、医療機関を受診している場合は、適性判定時にはすでに「詳細な検査（基礎疾患をスクリーニングするための検査）」は通常実施されている。一方、初めて航空身体検査でIVCD/AVBを認めた場合に行うべき検査は、わが国の民間航空における完全右脚ブロックしか示されていないが、詳細な検査を実施することとなっている¹⁾。米空軍では、Rayman's Clinical Aviation Medicineの記述によると、右脚ブロック（若年者が対象と推定される）に対しては、心エコー検査のみの検査で評価をしている¹¹⁾。このように、わが国の民間航空の検査は、リスクの少ない若年者も高齢者と同様に詳細な検査を実施するように運用されている。

現在、IVCD/AVBに関連した航空身体検査の実施項目は、民間航空では診察、心電図、尿検査のみ¹⁾で、血液検査は定期健康診断の一環で一部の操縦士に実施する程度である。航空自衛隊では年齢の高い操縦士に対しより詳細な項目を実施することになっている²⁹⁾。そこで我々は「増悪因子」という概念を導入して、簡便かつ適切な医学評価を行うべきであると提案する。増悪因子とは、通常の航空身体検査及び定期健康診断で確認できる、IVCD/AVBの病態を増悪させる基礎疾患、家族歴、加齢等の因子を指し、以下の通りである。

- 1) 心電図：継時的なPR間隔，QRS幅，軸の変化，又は，Table 4に記載した右脚ブロック様波形
- 2) 既往歴・身体所見：HDPの既往，メタボリック症候群，心雑音，呼吸機能障害等
- 3) 家族歴：突然死，変性疾患，家族性高コレステロール血症等
- 4) 尿検査/定期健康診断の異常：高血圧症，脂質異常症，糖尿病，タンパク尿等
- 5) 高齢者：概ね60歳以上
- 6) その他，IVCD/AVB等を増悪させる病態があると疑われる場合

IVCD/AVBの軽症例に対しては，米空軍が右脚ブロックに心エコーのみを実施しているように，申請者/判定者の負担軽減のため，詳細な検査を実施せずに適合にできる方法も検討すべきである。一方，増悪因子を有する場合は，詳細な検査を実施する方法がよいと考えられる。

2. 初回検査

IVCD/AVBに対し，初めて適性判定に関わる詳細な検査等を行うことを，ここでは「初回検査」ということとする。初回検査は，治療等の後，最も安定した状態で行われるべきである。Table 1に示す通り，IVCD/AVBを起こす原因は多岐に渡るため，詳細な検査法を指定することができない。ここでは，おおまかな概略を以下に示す。なお，下記に記した検査を実施した場合は，民間航空ではウェーバー審査において，自衛隊では上位機関による適性判定（医学適性審査委員会，ウェーバー審査等）において適性判定を行うべきである。

1) 詳細な検査

通常，心エコー検査，ホルター心電図，TM検査，代謝，内分泌等の評価等を実施し，必要に応じて，器質的心評価（核医学検査，冠動脈造影，心臓MRI）等を実施し，基礎疾患をスクリーニングするための検査を指す。

2) 必要に応じて追加すべき検査

詳細な検査の結果，航空医学的に危険性が高いと考えられる場合，詳細な検査に加えて定期的な検査による経過観察又はEPSを行う必要がある。

経過観察を設ける場合は，6ヶ月間に複数

回（例えば1ヶ月に1回以上の頻度）の検査を実施する方法を用いる。経過観察中，6ヶ月間複数回の安静時心電図及び/又はホルター心電図を実施し，IVCD/AVBの増悪，その他の不整脈（洞不全症候群，心房細動，心房粗動，心房頻拍，心室頻拍，心室細動），心電図軸の変化，PR間隔の増加，QRS幅の増加，J点等の危険因子がないことを確認する。これらの異常を認めた場合は適性を欠くとするか，EPSを実施して安全の確認を行う必要がある。経過観察を6ヶ月とした明確な根拠はないが，他の心疾患のウェーバー審査の経過観察が概ね6ヶ月であることから，このように設定したが，今後明確な根拠があればそれに変更すべきと考える。

EPSを実施する場合は，当初のEPSの実施は主治医に任せられるが，少なくともIVCDの場合は心内電位記録及び心臓電気刺激による頻脈性不整脈，AVBの場合は心内電位記録については評価するべきである。

3. 適性判定

1) 適合としうる病態

不完全右脚ブロック，左脚分枝ブロック，不完全左脚ブロック，I度AVB及びW型AVBは，通常はHis束に伝導障害が生じている可能性がないため，増悪因子を認めない場合は適合としてよい。完全右脚ブロックも同様であるが，米空軍の方法も参考に，基礎疾患のスクリーニングとして心エコー検査は実施し，心エコー所見と増悪因子を認めなければ適合としてよい。一方，これらに増悪因子を認めた場合やその他のIVCD/AVBの場合は，詳細な検査は実施するべきである。

2) ウェーバー審査で適性を認めうる病態

完全左脚ブロックの予後は，基礎疾患に規定されることから，基礎疾患を認めなければ適性を有する。非特異的IVCDも同様に詳細な検査を実施すべきであるが，予後に関する報告を認めないため，基礎疾患のコントロールと心電図の継時的な変化等を考慮した判定を行うべきである。

2枝ブロックに関し，Rotmanらの若年者の報告³²⁾とMcAnulyら³⁴⁾及びBouléら³⁵⁾の高齢者の報告結果に解離を認め，60歳以下で2

枝ブロックを有するものは、弁膜症、高血圧、先天性心疾患であり、60歳以上は冠動脈疾患が多数を占めるとされる¹⁶⁾。つまり、60歳以下の若年者で基礎疾患がない場合又は弁膜症等の基礎疾患が心機能に増悪をもたらす可能性がない場合は、重篤な伝導異常へ進展する可能性が低いと考えられるため適性を有する。一方、基礎疾患（特に冠動脈疾患）がある場合は、重篤な伝導異常へ進展する可能性が高いため原則適性を欠くとすべきである。また、Bouléらの報告³⁵⁾では、高齢者（平均年齢72歳）を対象としているが、重度の心室伝導異常になる予測因子は、3枝ブロック及び右脚ブロック+左脚後枝ブロックであることが示されており、重度の伝導異常に進展する危険度は、「右脚ブロック+左脚後枝ブロック>右脚ブロック+左脚前枝ブロック」であると考えられている。そこで、これらを考慮した適性判定をするべきである。

I度AVB及びW型AVBは原則適合であるが、これらに完全脚ブロックの合併した場合は、His束下の伝導異常の可能性があることから、詳細な検査に加え、経過観察又はEPSも実施するべきである。また、2:1AVBの場合もW型AVB又はM型AVBのいずれかの進行型かの鑑別のため、同様の検査が必要である。

3) 適性を欠く病態

IVCD/AVBに対する治療はPMとなる。海外におけるPM使用者の適性については、軍を除いて適性を考慮されていると解釈できるが、以下の状況から、現在のわが国では適性を認めるには時期尚早であろう。

- (1)PMを使用する病態が重篤であること。
- (2)PM使用者に対する航空医学的な適切な評価法及び運用法が確立していない。

つまりわが国においては、IVCD/AVBの増悪を招く基礎疾患に対する治療等によってIVCD/AVBが軽快した例、IVCD/AVBそのものの病態が航空業務に支障を来さない例が適性を認めうる対象となる。

3枝ブロックとほぼ同等の病態である交代性脚ブロック、M型AVB、高度AVB、3度AVBは、His束内かその遠位に伝導障害が生じている可能性が高いため適性を欠く。これらの

既往の場合でも、詳細な検査、経過観察又はEPSで伝導障害の有無を確認するべきである。また、いかなるIVCD/AVBでもHDPを認めた場合は適性を欠く。

詳細な検査を実施した場合で、基礎疾患を有した場合は、その基礎疾患が病態にどれほどの影響をもたらすかを考慮した判定を行うこととなる。PCCDや不整脈源性右室心筋症のような進行性の病変を認めた例、PR間隔、QRS幅又は軸の変化を認め、基礎疾患等を認めた例、心機能正常でも2枝ブロックと冠動脈疾患の合併例、Nazariらの報告³⁶⁾を参考に失神の既往歴のある脚ブロック例、Criselらの報告³⁸⁾を参考に心機能正常でも房室ブロックと冠動脈疾患（安定狭心症を除く）の合併例、その他、重度の伝導異常に進展する恐れがある基礎疾患等を認める例は、適性を欠くとすべきである。EPSを実施した場合は、Table 3に記載した異常所見を認める例が適性を欠く。

4. 適性を有すると判定された後の経過観察法

1) 基礎疾患を有しない例

不完全右脚ブロック、不完全左脚ブロック、左脚分枝ブロックは、民間航空でも自衛隊でも適合として取扱っており、通常の航空身体検査による経過観察でよい。完全右脚ブロックは、予後に影響しないことから心電図のPR間隔、QRS幅、軸偏位の経時的変化を観察するだけでよい。完全左脚ブロックは、死亡率の増加の可能性²⁴⁾から、心電図の経時的変化に加え、非協調運動に対し定期的な心エコー検査による心機能の変化を確認するべきである。2枝ブロックの場合も、非協調運動があることから心機能の変化も確認するべきである。上記以外の場合はケースバイケースとなる。

2) 基礎疾患を有する例

定期的な詳細な検査を実施するべきである。

5. まとめ

今までの議論に基づいて、Table 5には初回検査、Table 6には適性を欠く病態、及びTable 7には適性を有すると判定された後の経過観察法の筆者らの提案を示した。

米空軍では、基礎疾患を認めない完全右脚ブ

Table 5. 筆者らの提案：初回検査

<ul style="list-style-type: none"> ・不完全右脚ブロック ・左脚分枝ブロック ・不完全左脚ブロック ・1度房室ブロック ・Wenckebach型 (Mobitz 1型) 2度房室ブロック ・完全右脚ブロック 	増悪因子 (下記) を認めなければ適合とできる。増悪因子を認めた場合は詳細な検査を実施するべきである。
<ul style="list-style-type: none"> ・完全左脚ブロック ・非特異的心室内伝導障害 ・2枝ブロック ・完全脚ブロック+1度房室ブロック又はWenckebach型2度房室ブロック ・2:1房室ブロック ・3枝ブロック ・Mobitz 2型2度房室ブロック ・高度房室ブロック ・3度房室ブロック 	心エコー検査を実施し、その異常と増悪因子を認めなければ適合とできる。増悪因子を認めた場合は詳細な検査を実施し、異常を認めなければ適性を有する。 詳細な検査を実施し、異常を認めなければ適性を有する。ただし、2枝ブロックに増悪因子を認めた場合は経過観察又はEPSを行うべきである。 詳細な検査、経過観察又はEPSを実施し、異常を認めなければ適性を有する。
<ul style="list-style-type: none"> ・3枝ブロック ・Mobitz 2型2度房室ブロック ・高度房室ブロック ・3度房室ブロック 	適性を欠く。ただし既往に限り、詳細な検査、経過観察又はEPSを実施し、異常を認めなければ適性を有するとしてもよい。
付記：詳細な検査 (基礎疾患をスクリーニングするための検査) を実施した場合は、ウェーバー審査で適性判定を行う。	
「増悪因子」	
<ul style="list-style-type: none"> ・心電図：継時的なPR間隔、QRS幅、軸の変化、又は、Table 4に記載した右脚ブロック様波形 ・既往歴・身体所見：Hemodynamic phenomenaの既往、メタボリック症候群、心雑音、呼吸機能障害等 ・家族歴：突然死、変性疾患、家族性高コレステロール血症等 ・尿検査/定期健康診断の異常：高血圧症、脂質異常症、糖尿病、タンパク尿等 ・高齢者：概ね60歳以上 ・その他、脚ブロック/房室ブロック等を増悪させる病態があると疑われる場合 	
経過観察：6ヶ月間に複数回 (例えば1ヶ月に1回以上) の安静時心電図及び/又はホルター心電図の実施	
EPS：electrophysiological study	

Table 6. 筆者らの提案：適性を欠く病態.

適性を欠く病態
① 心臓ペースメーカーを使用している例
② 心電図上、重度の伝導異常を認める例 <ul style="list-style-type: none"> ・3枝ブロック (交代性脚ブロック)、Mobitz 2型2度房室ブロック、高度房室ブロック、3度房室ブロック
③ Hemodynamic phenomenaを認める例
④ 進行性の病変を認める例 <ul style="list-style-type: none"> ・進行性心臓伝導障害 ・不整脈源性右室心筋症
⑤ 重度の伝導異常に進展する恐れがある例 <ul style="list-style-type: none"> ・PR間隔、QRS幅又は軸の変化を認め、詳細な検査の結果、基礎疾患等を認めた例 ・心機能正常でも2枝ブロックと冠動脈疾患の合併例。なお、2枝ブロックにその他の基礎疾患を合併した場合は、左脚前枝ブロックより左脚後枝ブロックの方が、若年者より高齢者の方が、それぞれ重篤と考えるべきである ・失神の既往歴のある脚ブロック例 ・心機能正常でも房室ブロックと冠動脈疾患 (安定狭心症を除く) の合併例 ・その他、重度の伝導異常に進展する恐れがある基礎疾患等を認める例
⑥ 心臓電気生理検査でTable 3に記載した異常所見を認める例
⑦ ②～③の既往があり病態が改善していない例
詳細な検査：基礎疾患をスクリーニングするための検査

Table 7. 筆者らの提案：適性を有すると判定された後の経過観察法.

基礎疾患を有しない例 <ul style="list-style-type: none"> ・不完全右脚ブロック、不完全左脚ブロック、左脚分枝ブロック：通常の航空身体検査のみ ・右脚ブロック：定期的な安静時心電図 ・完全左脚ブロック、2枝ブロック：定期的な安静時心電図及び心エコー検査 ・上記以外：ケースバイケース
基礎疾患を有する例 <ul style="list-style-type: none"> ・詳細な検査
詳細な検査：基礎疾患をスクリーニングするための検査

ロック及び完全左脚ブロックは高G機種も可能という立てつけとなっている⁴⁾。わが国でも同様な運用は可能であろう。また、必要に応じてマルチクルー業務制限とすることが考慮されるべきである。

終わりに

今回、知見に基づいたIVCD/AVBの適性評価を検討し、判定法試案を作成した。我々の提案の中で特記すべきことは以下の通りである。

- 1) 「増悪因子」という概念を導入し、完全右脚ブロックの評価/判定法を簡便化した。
- 2) 「右脚ブロック様波形」について注意喚起を行った。
- 3) 2枝ブロック、I度AVB又はW型AVBと完全脚ブロックの合併例の取扱いについて見解を示した。

民間航空及び自衛隊にて、IVCD/AVBでウェーバー審査となった例はそれほど多くはないと認識している。ただし、増悪因子という概念を含めて取扱いを比較的明確化したことは、今後の航空身体検査の運用に有効であると考えられる。ただ、漠然とした内容が多いことから、更なる検討を必要とすることはいうまでもない。

PMに関しては、常にPMによる刺激を必要とするものから、万が一のための補助的な使用まで幅広い使われ方をしているため、同一に扱うことができない。一定の安全性が担保された際にはPM使用者の適性を有すると考える。この場合には、PMの管理に長けた医療要因の配置やマルチクルー業務制限についての考慮を要する。ただし、自衛隊操縦士においては、有事対応の必要性からPMの使用は認められない。

現在、「1%ルール（操縦中に機能喪失を起す確率が年間1%以下の場合には適性を有することができるルール）」に基づいた確率的な適性判定を行うことが、航空医学上のリスク評価の基本的な考え方となっているが、適切な資料が得られなかったため、今回の検討では主として定性的な報告に基づいた考察を行った³⁹⁾。今後、利用できる報告が得られた場合は、これを利用するべきであろう。

可能な限り判定機関は統一方針に基づいて適

性評価を運用することが重要であり、今回の検討でなるべくそれに即した内容を提示したと考えている。更に、わが国に当該適性評価及び判定法設定することにより、以下のような効果が期待できる。

- 1) 適性評価及び判定法の明確化。
- 2) 判定の公平性の確保と判定者の負担軽減。
- 3) 判定法を事前に理解した上で、必要な検査をタイミングよく行うことにより、申請手続きを簡略化し、検査費用や申請者の心身の負担を軽減できる。
- 4) わが国の鉄道等の職業運転士、海上自衛隊等の潜水員の評価及び判定にも転用は可能と考えられ、航空に限らない安全に寄与できる。

本内容は2017年5月時点での見解について記載した。今後の知見、医学の進歩にて内容の再検討を進めるべきと考えられる。

略語

AVB: atrioventricular block, 房室ブロック

EPS: electrophysiological study, 臨床心臓電気生理検査

HDP: hemodynamic phenomena, 突然に生ずる循環動態の変化

IVCD: intraventricular conduction disturbance, 心室内伝導障害

M型AVB: Mobitz Type 1 second-degree atrioventricular block, モービッツ2型2度房室ブロック

PCCD: progressive cardiac conduction disease, 進行性心臓伝導障害

PM: cardiac pacemaker, 心臓ペースメーカー

W型AVB: Wenckebach type second-degree atrioventricular block, ウェンケンバッハ型2度房室ブロック

文 献

- 1) 航空身体検査マニュアル, 国空乗第531号, 平成19年3月2日(最終改正:平成25年11月27日, 国空航第684号)
- 2) 航空身体検査に関する訓令, 防衛庁訓令第1号, 昭和33年1月6日(最終改正:平成26年1月24日, 省訓第1号)
- 3) 航空身体検査証明審査会規約, 空乗第925号, 昭和

- 45年12月19日（最終改正：平成19年3月2日，国空乗第532号）
- 4) Air Force Waiver Guide, last update: 10 Apr 2017. <http://www.wpafb.af.mil/shared/media/document/AFD-160106-025.pdf#search='Air+Force+Waiver+Guide'>, (accessed 2017-05-19).
 - 5) 高田邦夫, 栗田成雄, 五味秀穂, 三浦靖彦, 阿部聡, 宮川芳宏, 立花正一: わが国の航空医学適性ウェーバー審査ガイドラインの作成の必要性について. 宇宙航空環境医学 **51**, 35-45, 2014.
 - 6) 小川 聡, 相澤義房, 青沼和隆, 家坂義人, 石川利之, 井上 博, 奥村 謙, 加藤貴雄, 鎌倉史郎, 熊谷浩一郎, 栗田隆志, 小坂井嘉夫, 小林洋一, 庄田守男, 杉 薫, 住友直方, 高月誠司, 高柳寛, 中里祐二, 平井真理, 渡辺一郎, 岩佐 篤, 大西 哲, 久賀圭祐, 小林義典, 里見和浩, 丹野郁, 池主雅臣, 永瀬 聡, 藤木 明, 安田正之: 臨床心臓電気生理検査に関するガイドライン(2011年改訂版). http://www.j-circ.or.jp/guideline/pdf/JCS2011_ogawas_h.pdf (参照2016-03-09).
 - 7) 奥村 謙, 相澤義房, 青沼和隆, 磯部文隆, 大西哲, 加藤貴雄, 清水昭彦, 新田 隆, 萩原誠久, 松本万夫, 村川裕二, 石川利之, 岩 亨, 梅村純, 草野研吾, 栗田隆志, 佐々木真吾, 志賀 剛, 庄田守男, 住友直方, 中里祐二, 中村好秀, 庭野慎一, 平尾見三, 大江 透, 笠貫 宏, 木村 剛, 児玉逸雄, 田中茂夫: 不整脈の非薬物治療ガイドライン(2011年改訂版). http://www.j-circ.or.jp/guideline/pdf/JCS2011_okumura_d.pdf (参照2016-03-09).
 - 8) Manual of Civil Aviation Medicine, Third Edition 2012. http://www.icao.int/safety/aviation-medicine/Documents/8984_cons_en.pdf#search='Manual+of+Civil+Aviation+Medicine', (accessed 2016-03-09).
 - 9) 2017 Guide for Aviation Medical Examiners, last update: April 26, 2017. https://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/avs/offices/aam/ame/guide/media/guide.pdf, (accessed 2017-05-24).
 - 10) U. S. Navy Aeromedical Reference and Waiver Guide, April 19, 2016. http://www.med.navy.mil/sites/nmotc/nami/arwg/Documents/WaiverGuide/Complete_Waiver_Guide.pdf, (accessed 2017-05-26).
 - 11) Kruyer, W. and Davenport, E.: 2.2 Electrocardiographic Abnormalities, Cardiology. In: Rayman R, Davenport E, Rayman's Clinical Aviation Medicine 5th edition Eds. by Domiguez-Mompell R, Gitlow S, Hasting J, Ivan D, Kruyer W, Pickard J. 2013, pp.8-20.
 - 12) Kruyer, W. and Davenport, E.: 2.6 Pacemakers and Other Implantable Antiarrhythmic Device, Cardiology. In: Rayman R, Davenport E, Rayman's Clinical Aviation Medicine 5th edition Eds. by Domiguez-Mompell R, Gitlow S, Hasting J, Ivan D, Kruyer W, Pickard J. 2013, pp.90-93.
 - 13) 平田哲也, 矢野捷介: 心室内伝導障害, 心室内変更伝導. 別冊日本臨床 新領域別症候群シリーズ 循環器症候群(第2版) I—その他の循環器疾患を含めて—. 日本臨床社, 大阪, 2007, pp.376-380.
 - 14) Spragg, D.D. and Tomaselli, F.G.: 徐脈性不整脈. In Harrison's PRINCIPLES OF INTERNAL MEDICINE 18TH EDIRION. Eds. By Dan L. Longo, Anthony S. Fauci, Dennis L. Kasper, Stephen L. Hauser, J. Larry Jameson, Joseph Loscalzo. 2013, pp.1692-1637.
 - 15) 西田邦洋, 井上 博: 左脚前枝ブロック, 左脚後枝ブロック, 左脚中隔枝ブロック. 別冊日本臨床 新領域別症候群シリーズ 循環器症候群(第2版) I—その他の循環器疾患を含めて—. 日本臨床社, 大阪, 2007, pp.317-321.
 - 16) 小宮憲洋, 矢野捷介: 2束ブロック, 3束ブロック. 別冊日本臨床 新領域別症候群シリーズ 循環器症候群(第2版) I—その他の循環器疾患を含めて—. 日本臨床社, 大阪, 2007, pp.484-489.
 - 17) Willems, J.L., Robles, de Medina, E.O., Bernard, R., Coumel, P., Fisch, C., Krikler, D., Mazur, N.A., Meijler, F.L., Mogensen, L., Moret, P., et al.: Criteria for intraventricular conduction disturbances and pre-excitation. World Health Organization/International Society and Federation for Cardiology Task Force Ad Hoc. *J. Am. Coll. Cardiol.* **5**: 1261-1275, 1985.
 - 18) 加藤貴雄: 房室ブロック. 別冊日本臨床 新領域別症候群シリーズ 循環器症候群(第2版) I—その他の循環器疾患を含めて—. 日本臨床社, 大阪, 2007, pp.579-582.
 - 19) 森 博愛: 進行性心臓伝導障害 (Lenegre病). 日本臨床生理学雑誌 **39**: 75-85, 2009.
 - 20) Kawaguchi, T., Hayashi, H., Miyamoto, A., Yoshino, T., Taniguchi, A., Naiki, N., Sugimoto, Y., Ito, M., Xue, J.Q., Murakami, Y. and Horie, M.: Prognostic implications of progressive cardiac conduction disease. *Circ. J.* **77**: 60-67, 2013.
 - 21) 戸田源二, 矢野捷介: 左脚ブロック [完全, 不完全]. 別冊日本臨床 新領域別症候群シリーズ 循環器症候群(第2版) I—その他の循環器疾患を含めて—. 日本臨床社, 大阪, 2007, pp.322-325.
 - 22) Fisch, G.R., Zipes, D.P. and Fisch, C.: Bundle branch block and sudden death. *Prog. Cardiovasc. Dis.* **23**: 187-224, 1980.
 - 23) 林田晃寛, 吉田 清: 循環器疾患の診断と治療 (II), 伝導障害. 医学と薬学 **69**: 737-741, 2013.
 - 24) 笠松 謙: 右脚ブロック. 別冊日本臨床 新領域別症候群シリーズ 循環器症候群(第2版) I—その他の循環器疾患を含めて—. 日本臨床社, 大阪, 2007, pp.257-260.
 - 25) Taniguchi, M., Nakano, H., Kuwahara, K., Masuda, I., Okawa, Y., Miyazaki, H., Okoshi, H., Kaji, M., Noguchi, Y. and Asukata, I.: Prognostic and clinical significance of newly acquired complete right bundle branch block in Japan Airline pilots. *Intern. Med.* **42**: 21-24, 2003.
 - 26) 高田邦夫, 高瀬凡平, 中森貴俊, 藤田真敬, 立花正一: プルガダ症候群の航空医学適性評価及び判定法に関する検討. 防衛医科大学校雑誌 **40**: 181-195, 2015.
 - 27) Aizawa, Y., Takatsuki, S., Kimura, T., Nishiyama, N., Fukumoto, K., Tanimoto, Y, Tanimoto K, Miyoshi S, Suzuki M, Yokoyama Y, Chinushi M, Watanabe I, Ogawa S., Aizawa, Y., Antzelevitch, C. and Fukuda, K.: Ventricular fibrillation associated with complete

- right bundle branch block. *Heart Rhythm*. 10: 1028-1035, 2013.
- 28) Drezner, J.A., Ashley, E., Baggish, A.L., Börjesson, M., Corrado, D., Owens, D.S., Patel, A., Pelliccia, A., Vetter, V.L., Ackerman, M.J., Anderson, J., Asplund, C.A., Cannon, B.C., DiFiori, J., Fischbach, P., Froelicher, V., Harmon, K.G., Heidbuchel, H., Marek, J., Paul, S., Prutkin, J.M., Salerno, J.C., Schmied, C.M., Sharma, S., Stein, R. and Wilson, M.: Abnormal electrocardiographic findings in athletes: recognising changes suggestive of cardiomyopathy. *Br. J. Sports Med.* 47: 137-152, 2013.
- 29) 航空自衛隊航空身体検査規則, 航空自衛隊達第19号, 昭和54年8月3日(最終改正:平成24年3月29日, 航空自衛隊達第25号)
- 30) Breithardt, G. and Breithardt, O.A.: Left bundle branch block, an old-new entity. *J. Cardiovasc. Transl. Res.* 5: 107-116, 2012.
- 31) 渡邊英一, 菱田 仁: 非特異的心室内ブロック. 別冊日本臨床 新領域別症候群シリーズ 循環器症候群(第2版)I—その他の循環器疾患を含めて—. 日本臨床社, 大阪, 2007, pp.504-508.
- 32) 小沢友紀雄, 笠巻祐二, 仙波宏章: 初歩から始める心電図のみかた 異常心電図のみかた 異常軸偏位のみかた. 総合臨床 56: 777-791, 2007.
- 33) Rotman, M. and Triebwasser, J.H.: A clinical and follow-up study of right and left bundle branch block. *Circulation* 51: 477-484, 1975.
- 34) McAnulty, J.H., Rahimtoola, S.H., Murphy, E., DeMots, H., Ritzmann, L., Kanarek, P.E. and Kauffman, S.: Natural history of "high-risk" bundle-branch block: final report of a prospective study. *N. Engl. J. Med.* 307: 137-143, 1982.
- 35) Boulé, S., Ouadah, A., Langlois, C., Botcherby, E.J., Verbrugge, E., Huchette, D., Salleron, J., Mostefa-Kara, M., Kouakam, C., Brigadeau, F., Klug, D., Marquié, C., Guedon-Moreau, L., Wissocque, L., Escande, W., Lacroix, D. and Kacet, S.: Predictors of advanced His-Purkinje conduction disturbances in patients with unexplained syncope and bundle branch block. *Can. J. Cardiol.* 30: 606-611, 2014.
- 36) Nazari, N., Keykhavani, A., Sayah, S., Hekmat, M., Golabchi, A., Rad, M.A., Alizadeh, A. and Heidarali, M.: Role of electrophysiological study in patients with syncope and bundle branch block. *J. Res. Med. Sci.* 19: 961-964, 2014.
- 37) 小松かおる, 住吉正孝: 房室ブロック. 臨床と研究 87: 56-61, 2010.
- 38) Crisel, R.K., Farzaneh-Far, R., Na, B. and Whooley, M.A.: First-degree atrioventricular block is associated with heart failure and death in persons with stable coronary artery disease: data from the Heart and Soul Study. *Eur. Heart. J.* 32: 1875-1880, 2011.
- 39) Mitchell, S.J. and Evans, A.D.: Flight safety and medical incapacitation risk of airline pilots. *Aviat. Space Environ. Med.* 75: 260-268, 2004.

A proposal for evaluating and determining aeromedical qualification of pilots with intraventricular conduction disturbance and atrioventricular block

Kunio TAKADA, Takeshi ADACHI* and Fumitaka IKOMI

J. Natl. Def. Med. Coll. (2018) 43 (1) : 1 – 15

Abstract: Intraventricular conduction disturbance (IVCD) and atrioventricular blocks (AVB) are the concerns in aeromedicine. Herein, we propose methods to evaluate and assess aeromedical fitness of pilots for IVCD/AVB, based on previous studies. A pilot with no underlying medical condition with complete right bundle branch block (CRBBB), complete left bundle branch block (CLBBB), non-specific IVCD, bifascicular block at a young age, first degree AVB or Wenckebach type second degree AVB is considered to be fit for flight. On the other hand, attention must be paid to RBBB-like waveforms or bifascicular block at an old age. A pilot having any of trifascicular block, Mobitz type II second degree AVB, advanced AVB, third degree AVB has no aeromedical fitness.

Key words: aviation medical certification / civil aviation / military aviation / Japan Air Self-Defense Force / waiver