トピックス ▶▶ II. 心不全の診断

心不全の診断

要 旨

心不全の本態は、左室拡張期圧の上昇であるが、その圧をカテーテルによって直接計測できなくとも、現場で間接的に左室拡張末期圧を反映する指標はいくつか存在する。身体所見、画像検査所見（主に胸部X線）ならびにバイオマーカー等が一般的なものであるが、本稿では、これらを現場で活用していくためのポイントを挙げつつ、また、「令和時代の心不全診療」という特集テーマを意識し、最新の知見等も紹介していく。

〔日内会誌 109：191～198, 2020〕

香坂 俊

Key words 心不全, 左室拡張末期圧, 身体所見, BNP, 心エコー

はじめに—心不全の捉え方

臨床的に、心不全は、以下のような経路を経て「うっ血」を来たす。

- 1) 左室コンプライアンスの低下：冠動脈疾患、心肥大あるいは心筋線維化（リモデリング）等に伴い、左室のコンプライアンス（伸展性）が低下。
- 2) 代償機構の作動：これに対し、ヒトの体は脈拍数の上昇、左室の拡大あるいは血管の拡張による代償を行う（レニン・アンジオテンシン系あるいは交感神経系の亢進、さらにBNP（B-type natriuretic peptide）の分泌等を介す）。
- 3) 代償機構の破綻：上記の代償機構が破綻すると、周辺の各臓器にうっ血を来たし、臓器不全を来たす（いわゆる「心不全」となる）。

心不全を予防するにあたって重要となるのは1) や2) の要素であるが、その診断にあたって最も重要なのは3) の把握である。3) の過程で代償機構が破綻したときに必ずみられるのは「左室内圧」の上昇である。これは、例えば、車のエンジンの不具合が起こったときに、原因が何であれ、ピストンのシリンダー内の圧が上昇するということに似ている（図1）。

ここで言う左室内圧の上昇とは、左室「拡張末期」圧（left ventricular end-diastolic pressure：LVEDP）の上昇であり、これは

心臓が広がりきったときにかかる圧を逃がしきることができない状態

を示唆している（図2）。このLVEDPが上昇してしまうと、低圧系である肺静脈から血液が流入できなくなり、ほとんどのケースでまずは肺静脈の上流にある肺胞部のうっ血を来たすことと

慶應義塾大学循環器内科

Clinical Practice of Heart Failure in Reiwa Era. Topics：II. Challenges in the diagnosis of heart failure.

Shun Kohsaka：Department of Cardiology, Keio University School of Medicine, Japan.

なる。通常は、心臓が広がりきったときの圧は0～5 mmHgであるが、これが5～10 mmHgに上昇するだけで、肺のうっ血の兆候は出現するとされている。

本特集のタイトルは「令和時代の心不全診療」であるが、心不全の本態が「LVEDPの上昇による

うっ血」であることは時代を問わず変わりはない。このLVEDPが容易に可視化できるのであれば、臨床の場での心不全の診断も容易であるが、残念ながら、直接心臓の圧を計測するには、侵襲的なカテーテル手技が必要となる。それでも、1990年代頃までは、比較的幅広い心不全患者層でカテーテルによる圧の計測が行われていたが、ESCAPE (Evaluation Study of Congestive Heart Failure and Pulmonary Artery Catheterization Effectiveness) 試験の結果が2005年に公表されてから^(*)、その使用は限定的となっている¹⁾。

図1 心不全とエンジンの不具合

エンジンの不具合が起こると、原因が何であれ、シリンダーの内圧は上昇する。同様に、心不全でも、左室の不具合の原因が何であれ、左室内圧の上昇を来す。

※ESCAPE試験について

対象患者：治療抵抗性の重症症候性心不全患者 (EF (ejection fraction) 30%以下でうっ血兆候を有する)。

デザイン：多施設共同ランダム化試験 (米国とカナダの心不全センター26施設)

結果：合計で433例がランダム化された。肺動

図2 心不全の病態生理

心不全の病態の核となるのは「左室拡張期圧の上昇」であり、ここを代償するためにさまざまな方向に調節が起こる(例：心拍数の上昇、血管拡張による後負荷の軽減 [BNPはここに作用する])。しかし、代償しきれなくなると、左心不全から右心不全を来し、心臓周囲の臓器のうっ血や不全を来す。

脈カテーテル (pulmonary artery catheter : PAC) 群の平均留置期間は 1.9 日。平均追跡期間 130 日程度で、両群 (PAC 群とコントロール群) に生存率に違いは認められなかった (ハザード比 1.00, 95% 信頼区間 0.82~1.21, $p=0.99$)。

結語：本試験の結果、心不全のコントロールは、注意深く臨床徴候を評価すれば、PAC による評価は予後に影響を及ぼすほど大きくないことが明らかになった。カテーテル挿入は感染の危険性も多く、心原性ショック等の限定された状況のみでよいことが示唆される。

(循環器トライアルデータベース [<https://www.ebm-library.jp/circ/trial/doc/c2002429.html>] より抜粋)

しかし、この ESCAPE 試験の結果は「LVEDP を指標としなくともよい」ということを言っている訳ではない。むしろ、身体所見等の間接的に LVEDP を反映する指標を用いることで、侵襲的な検査をルーチンで行わなくとも、予後を損なわずに診療を行っていくことが可能であるということを示したと言える。このような間接的な LVEDP の指標としては、身体所見の他にバイオマーカー、さらに、画像検査としてエコーが挙げられるが、以下、項を分けてその概説を加えていく。

1. 身体所見の活用

診断技術の進歩を鑑みると、身体所見は時代遅れなのではないかと捉えられがちであるが、欧米では、現在でもここをスタートとして、心不全の診療を行う傾向がみられる。実際に最も新しい診療ガイドライン等を引用してみても、心不全の診断に関しては、以下のように記載されている：

HF is a clinical syndrome caused by a structural and/or functional cardiac abnormality, resulting in elevated intracardiac pressures.

身体所見の長所としては、なんといっても情報の即時性 (ほぼその場で判断できる) というところにあり、これは胸部 X 線やバイオマーカーにはない大きな利点である。誌面で身体所見のポイントを十二分に再現することは難しいが、本稿では、心不全の身体所見による診断を、まず簡単に取得できる「アクセスの容易な所見」と、経験を要するが「特異性の高い所見」の 2 軸に分け、ステップを踏んでアプローチすることを推奨する。

1) アクセスの容易な所見

以下の 3 つのアクセスの容易な身体所見は「これは心不全か？」と気付きをもたらすために有用である。

(1) 心尖拍動

LVEDP の上昇に対する心室の代償反応は「肥大」と「拡張」であるためである。この双方とも心尖拍動の触診によって判断することができ、その精度は胸部 X 線の心臓胸郭比を凌駕することが知られている。

① 体位は、心尖部を胸壁に近づけるため、左側臥位で行う (循環器患者の診察は常に患者の右側に立って行う)。

② 位置に関しては、心尖拍動の外縁が正中よりも 10 cm (だいたい左乳頭) 以上左方にあれば「心拡大」とする (なお、この位置が III 音を最も聴取しやすい位置である)。

③ 衝撃性 (tapping) 触知は正常であるが、抬起性 (sustained) 触知は左室圧負荷を示唆する。心尖拍動を二横指以上の領域で触知するようなケースでは肥大の可能性が高い。

(2) 両肺ラ音

左心不全によって著明な肺うっ血を来たしている症例では、浮腫性の水分貯留のために塞がれている微小気管支が「ポン」と開くことによる肺性のラ音 (crackles) が聴取される。この所

見は、重力の関係で、初期は静水圧の高い肺底部にのみ聴取されるが、肺うっ血が進むにつれて、ラ音の聴取される範囲は上方に広がっていく。基本的なことではあるが、心不全では「両側」ラ音が聞えることが基本であり、左右差が認められる場合は慎重に考える必要がある。また、著明なうっ血による集合気管支の圧迫は、粗いラ音 (rhonchi) や喘鳴 (wheezing) を引き起こすこともあり、呼吸器疾患との鑑別が困難であることもある。

(3) 傍胸骨拍動

体位は仰臥位とする。通常、右室が胸骨に接する範囲は狭く、傍胸骨拍動は触知しない。しかし、右室が拡大すると、胸骨裏面に張り付く範囲が拡大し、傍胸骨拍動を触れるようになる。これは、ベッドで仰臥位の患者の右側に立ち、左手の付け根を胸骨上に置くことで、まるで胸骨が持ち上がるような感覚を触知する所見である。触知した場合、右室収縮圧は60 mmHg以上あることが示唆されるため、かなりうっ血が強い心不全患者であることが示唆される。

2) 経験を要するが特異性の高い所見

次のステップとして、より陽性尤度比が高い所見に着目して診察を行う必要がある²⁾。以下、著者らの経験も踏まえて概説する。

(1) III音

III音は心尖部にて拡張早期の急速流入期に聴取され (心尖部にてベル型聴診器で聴取)、心室の急速充満に対応する心音である (心エコー検査におけるE波に相当)。LVEDPが上昇すると、それに伴い、左房圧も上昇するため、拡張早期に左房から左室へ大きな圧較差をもって血液が筋肉から生じる低調な音であるため、急速に流入し、III音が発生する。III音は、I音やII音の高調な音 (弁の閉鎖音) と違い、心臓の音というよりも振動に近く、II音の後で【耳が押される

感じ】として表記されることが多い (聴覚そのものよりは触覚を大事にする)。

III音の診断特異度は97%にのぼる (呼吸困難患者における心不全の特異度)。しかし、聞き取るために訓練を要する兆候としても有名であり、コツは、予想して聞きに行くことではないかと思われる (ここにIII音が聞かれるはずというタイミングを想起してから聴診を行う)。

(2) 頸静脈怒張

頸静脈圧は、右房圧と等しく、右心側のうっ血所見の代表的な身体所見である。患者を45度の半坐位とし、胸骨角 (右心房の高さ) から5 cmを加えた値を頸静脈圧とする。ただし、日本の病棟や外来では、ベッドがフラットであるため、半坐位をとるのが現実的に難しい場合も多い (その場合は、医師が後ろから支える必要がある: [イラスト1](#) 参照)。コツとしては、とにかく「2回内方に沈むような」運動を、患者の右側から頸部を覗き込むようにすると、よく観察できることが多い。

さらに、頸静脈怒張は診断目的だけでなく、経時的な血行動態のモニタリング、そして、予後予測にも有用である³⁾。近年では、さらに肺うっ血を画像上で評価する方法として、他にも非侵襲的な胸腔内の水分含有量 (インピーダンス) の評価⁴⁾、エコーによる頸静脈の呼吸性変動の評価等の有用性も報告されている⁵⁾。

イラスト1

表 心不全に関連する病歴、自覚症状、身体所見の精度

	感度	特異度	陽性尤度比	陰性尤度比
病歴				
心不全	0.60	0.90	5.8 (4.1~8.0)	0.45 (0.38~0.53)
陳旧性心筋梗塞	0.40	0.87	3.1 (2.0~4.9)	0.69 (0.58~0.82)
冠動脈疾患	0.52	0.70	1.8 (1.1~2.8)	0.68 (0.48~0.96)
糖尿病	0.28	0.83	1.7 (1.0~2.7)	0.86 (0.73~1.0)
高血圧	0.60	0.56	1.4 (1.1~1.7)	0.71 (0.55~0.93)
喫煙	0.62	0.27	0.84 (0.58~1.2)	1.4 (0.58~3.6)
慢性閉塞性肺疾患	0.34	0.57	0.81 (0.60~1.1)	1.1 (0.95~1.4)
自覚症状				
発作性夜間呼吸困難	0.41	0.84	2.6 (1.5~4.5)	0.70 (0.54~0.91)
起坐呼吸	0.50	0.77	2.2 (1.2~3.9)	0.65 (0.45~0.92)
労作時息切れ	0.84	0.34	1.3 (1.2~1.4)	0.48 (0.35~0.67)
浮腫	0.51	0.76	2.1 (0.92~5.0)	0.64 (0.39~1.1)
倦怠感・体重増加	0.31	0.70	1.0 (0.74~1.4)	0.99 (0.85~1.1)
咳	0.36	0.61	0.93 (0.70~1.2)	1.0 (0.87~1.3)
身体所見				
III音	0.13	0.99	11.0 (4.9~25.0)	0.88 (0.83~0.94)
頸静脈怒張	0.39	0.92	5.1 (3.2~7.9)	0.66 (0.57~0.77)
ラ音	0.60	0.78	2.8 (1.9~4.1)	0.51 (0.37~0.70)
心雑音	0.27	0.90	2.6 (1.7~4.1)	0.81 (0.73~0.90)
下腿浮腫	0.50	0.78	2.3 (1.5~3.7)	0.64 (0.47~0.87)
腹頸静脈波試験	0.24	0.96	6.4 (0.81~51.0)	0.79 (0.62~1.0)
IV音	0.05	0.97	1.6 (0.47~5.5)	0.98 (0.93~1.0)
腹水	0.01	0.97	0.33 (0.04~2.9)	1.0 (0.99~1.1)

注. 尤度比の信頼区間が1をまたぐものは■で示している。

上記の身体所見のなかに「浮腫」は入っていない。実は、浮腫の感度は51%，特異度は76%程度にとどまる。下腿浮腫は、かなりうっ血所見が進んだ症例で初めて出現する所見であり、それよりは左室すぐ手前の「肺うっ血」や「頸静脈怒張」の方が感度と特異度共に高くなる。その他、心不全に関する主要兆候・所見の感度を表に記す。

また、表には記されていないが、最近、注目されている所見（静的ではなく動的に評価する所見）の1つに「Bendopnea（前屈呼吸苦）」というものがある。靴紐を結ぶときのように、座って前かがみになって10秒くらい姿勢を維持してもらおうと、徐々に呼吸苦が増悪する（イラスト

ト2）。前屈により胸腔内圧が上昇し、LVEDPがさらに高くなることによって惹起されるものと考えられている⁶⁾。

イラスト2

患者を座らせて屈ませるだけなので、外来でも簡便且つ短時間に評価することが可能である。

2. バイオマーカーの活用

前述のとおり、LVEDPの身体所見は習熟するまでに経験を要し、再現することが難しい。そこで、昨今、バイオマーカー、具体的には、BNPを補助的な診断ツールとして用いることが推奨されるようになってきている。心不全診断におけるBNPの有用性を示す研究はいくつもあるが、なかでも、BNP (Breathing Not Properly) 試験とPRIDE (Pro-BNP Investigation of Dyspnea in the Emergency Department) 試験の結果が現在のBNPの立ち位置を決めた。

BNP試験：呼吸困難で救急外来を受診した患者において、病歴や身体診察のみでは、心不全の正診率は74%であったのに対し、そこにBNP $\geq$ 100 pg/mlを加えることにより、正診率が81.5%まで大幅に向上した（感度0.94，特異度0.70，陽性的中率74%，陰性的中率93%）。後にこの結果を加えたメタ解析も行われているが、BNP $\geq$ 100 pg/mlをカットオフ値とすると、感度0.95，特異度0.63，陽性的中率67%，陰性的中率94%という上記とほぼ同様の結果であった³⁾。NT-proBNP (N-terminal pro-B-type natriuretic peptide) に関しても、300 pg/mlをカットオフ値とすると、BNPとほぼ同等の精度が認められている。

PRIDE試験：呼吸困難で救急外来を受診・入院した患者を対象とした試験でNTpro-BNP値は盲検化されており、コントロール群では臨床医はNT-proBNP値がわからないように設定されていた。NT-proBNP値開示群の患者では、心不全の診断精度が大幅に向上し、経過中の医療コストが低く済み、さらに合併症や死亡も少なかった⁴⁾。

前述の結果をみると、BNP/NT-proBNPの高い陰性的中率は、心不全の「除外診断」に極めて有用であることがわかる。すなわち、心不全領域におけるバイオマーカーの使用を集約すると、以下のようにまとめられる：

- 病歴と身体診察のみで、明らかに心不全が診断できるケースでは、診断のためだけにBNP測定をする必要はない。
- 心不全が否定できないまま経過し、治療介入が遅れてしまうようなケースにおいて、BNP測定が最も有用である。

3. 心エコー検査の活用

心エコー検査に関しても、心不全の診断になくてはならない検査法となっているが、身体所見やバイオマーカーとは若干趣旨が異なり、原因となる器質的疾患、いわば、心不全の「背景情報」を探るために用いられることが多い。

1) 背景情報を探るための診断ツールとして

心不全の基礎疾患は、ほとんどのケースにおいて、一般的な心エコー断層図及びカラードプラ画像から推定することが可能である。重要なポイントとしては、以下のような項目が挙げられる。

- ・弁膜疾患が基礎疾患として存在すれば、その重症度（狭窄疾患では弁口面積，逆流疾患では逆流量や有効逆流面積），さらには，その弁膜疾患の基礎となる疾患を精査する。
- ・壁運動異常は，急性冠症候群を含む虚血性心疾患の存在を示唆する。
- ・心筋疾患では，壁厚や壁運動異常等を精査する。
- ・心膜疾患では，心膜液量と心室拡張障害程度等が重要なポイントとされる。

2) LVEDPの推定を行うための評価ツールとして

ただし，近年，心エコー検査の活用はここだけにとどまらない。心不全の「現在の状態（＝LVEDP）」を評価するためのツールとしての力を

図3 心エコー検査によるLVEDPの推定

- ①正常パターンと弛緩障害パターンでは、左室内圧の上昇はない。弛緩障害型でのE波の低下とDctの延長は拡張早期の左室への流入障害（軽度のLVEDPの上昇）を意味し、A波の上昇は心房収縮の代償的な変化と捉えることができる。
- ②左房圧が上昇し、僧帽弁開放時に左房-LVEDP圧較差が大きくなると、E波は上昇する。左房圧上昇に伴い、LVEDPが上昇すると、左室内コンプライアンスはさらに低下し、拡張早期における左室への流入は障害され、その結果、Dctは短縮する。LVEDPが上昇するため、心房収縮による流入量は減少し、結果、A波は減弱する。このパターンは、拡張機能が低下しているにもかかわらず、E/A比とDctがあたかも正常化したように見えるため、偽正常化パターンと呼ばれている。
- ③左房圧及びLVEDPがさらに上昇すると、この現象はより顕著になり、E/A比が増大及びDctが短縮し、拘束型の波形パターンになる。ここで脚挙げ負荷をすることで前負荷を増加させ、拘束型波形パターンが変化する場合、心室のコンプライアンスが未だ保たれている場合であり、可逆性の拘束型パターンとなり、前負荷の変化でも変わらない場合は、左室拡張機能が最も悪化した非可逆性拘束型パターンとなる。逆に、Valsalva負荷をかけて前負荷を減少させ、弛緩障害パターンになれば、可逆性の拘束型パターンと言える。

発揮し始めており、特にここ2〜3年で拡張能の評価法ともあいまって、おおよそその基準が確立された。

(1) 僧帽弁フローによるLVEDPの推定

僧帽弁開放直後に現れ、拡張早期波であるE波と減衰時間であるdeceleration time (Dct)、心房収縮期波であるA波で構成された歴史あるこの指標は、再現性に優れ、検者間や機種による測定限界がない点で利用価値が非常に高い。図3上部に正常、弛緩障害（abnormal relaxation pattern）、偽正常化（pseudo-normal pattern）ならびに拘束型（restrictive pattern）の各パターンとその意味を記載した。

(2) 僧帽弁輪組織ドップラー法によるLVEDPの推定（TDI（tissue Doppler imaging））

僧帽弁フローの評価に加え、最近、組織ドッ

プラー法による僧帽弁輪の心尖部への長軸方向の移動速度の測定が用いられるようになってきている。拡張早期成分であるE'波は、心筋自体のコンプライアンスの指標として提唱され、E'との比であるE/E'は純粋なLVEDPを示す指標となり得ると報告されている。従来から、E/E'のカットオフ値を8と15で設定すると、8以下であれば左室拡張期圧は10 mmHg未満、15以上であれば20 mmHg以上が推定できると報告され、このように使われることが多い（図3下部）。

E/E'は偽正常化がなく、E'は心拍数が速くともTMF（transmitral flow）のようにA波とのsummationがないため測定しやすいこともあり、また、収縮不全心や肥大大心の他、収縮機能が保たれた症例でも利用可能である点が優れている。また、この指標は、心房細動症例でも使用することができる。

おわりに

本稿では、心不全の本態をLVEDPの上昇と捉え、そのLVEDPの上昇を外部から推定する方法を中心に、その現代的な診断法を論じてきた。ただし、心不全は、診断を行えばそれで終わりということではなく、予後を改善、さらにQOL (quality of life) の改善を図ることが重要になってきており、そのため、より一層、患者の訴えに耳を傾ける必要がある。そのような時代だからこそ、身体所見をとり、患者と対話することの重要性が増しており、本稿の内容もそのことを踏まえた配分となっている。この内容が2020年現在の診療に見合った内容となれば幸いである。

謝辞 2つの軸に分けた心不全身体所見へのアプローチは、当科臨床研究系大学院生の庄司聡の発案であり、症状・身体所見精度表の作成やBendopneaに関する記載は、当科助教の白石泰之の協力を仰いだ。この場を借りて感謝させていただきたい。

著者のCOI (conflicts of interest) 開示：香坂 俊；講演料 (アストラゼネカ, バイエル薬品, ファイザー, プリストル・マイヤーズ スクイブ), 研究費・助成金 (第一三共, バイエル薬品)

文献

- 1) ESCAPE investigators and ESCAPE study coordinators : Evaluation study of congestive heart failure and pulmonary artery catheterization effectiveness : the ESCAPE trial. JAMA 294 : 1625-1633, 2005.
- 2) Wang CS, et al : Does this dyspneic patient in the emergency department have congestive heart failure? JAMA 294 : 1944-1956, 2005. doi : 10.1001/jama.294.15.1944.
- 3) Roberts E, et al : The diagnostic accuracy of the natriuretic peptides in heart failure : systematic review and diagnostic meta-analysis in the acute care setting. BMJ 350 : h910, 2015. doi : 10.1136/bmj.h910.
- 4) Green SM, et al : Clinical uncertainty, diagnostic accuracy, and outcomes in emergency department patients presenting with dyspnea. Arch Intern Med 168 : 741-748, 2008.
- 5) Andersen OS, et al : Estimating left ventricular filling pressure by echocardiography. J Am Coll Cardiol 69 : 1937-1948, 2017.
- 6) Thibodeau JT, et al : Characterization of a novel symptom of advanced heart failure : bendopnea. JACC Heart Fail 2 : 24-31, 2014. doi : 10.1016/j.jchf.2013.07.009.