

心原性ショックの評価・治療・搬送に関する Delphi 法を用いたエキスパートコンセンサス： Japan Critical Care Cardiology Committee (J4CS) による提言

中島啓裕 熊本大学病院 循環器内科
近藤 徹 名古屋大学大学院医学系研究科 循環器内科学
中田 淳 日本医科大学付属病院 心臓血管集中治療科
朔 啓太 国立循環器病研究センター 循環動態制御部
川上将司 久留米大学医学部 内科学講座心臓・血管内科部門
桑原政成 自治医科大学 地域医療学センター公衆衛生学/循環器内科学
山本 剛 日本医科大学付属病院 心臓血管集中治療科
菊地 研 獨協医科大学 救命救急センター
竹内一郎 横浜市立大学 救急医学
浅井邦也 日本医科大学 循環器内科
佐藤直樹 かわぐち心臓呼吸器病院 循環器内科

● 背景

近年の薬物や機械的循環補助 (mechanical circulatory support ; MCS) の発達により心原性ショック患者の治療は飛躍的な進化を遂げたが、その死亡率は依然として高いままである。過去の研究からは急性心筋梗塞による心原性ショックの院内および30日死亡率は欧米諸国で27-51%と報告されており、近年の本邦での診療データを用いた解析においても33-42%と依然として予後不良である¹⁻³⁾。心原性ショック患者の治療はこれまで各施設・医師の経験則をもとに行われていたが、近年、心原性ショック治療の標準化が各国で試みられている。循環器救急の患者対応の難しさの一つに短時間に進行する病態があげられる。迅速な判断/対応により患者予後の救命率が上昇すると考えられる本領域にこそ、治療

の標準化が求められる。

したがって、本エキスパートコンセンサスでは、心原性ショックの早期から“時間軸を意識して”管理を行うことに着目したアルゴリズムの提言を行うことを目指した。この領域のエビデンスは世界的にも少なく、本邦からの研究の多くも少数例の検討に留まる。そのため、本診療アルゴリズムは推奨クラスに言及せず、Delphi法を用いたエキスパートコンセンサスとして提示する方針とした。本論文は、日本循環器学会の承認の下で2025年3月にCirculation Journalに掲載された論文を日本語に訳したものである⁴⁾。

● 方法

本研究では、心原性ショックと疑われる段階から心臓集中治療室 (cardiac intensive care unit ; CICU) もしくは心臓血管集中治療室 (cardiovascular

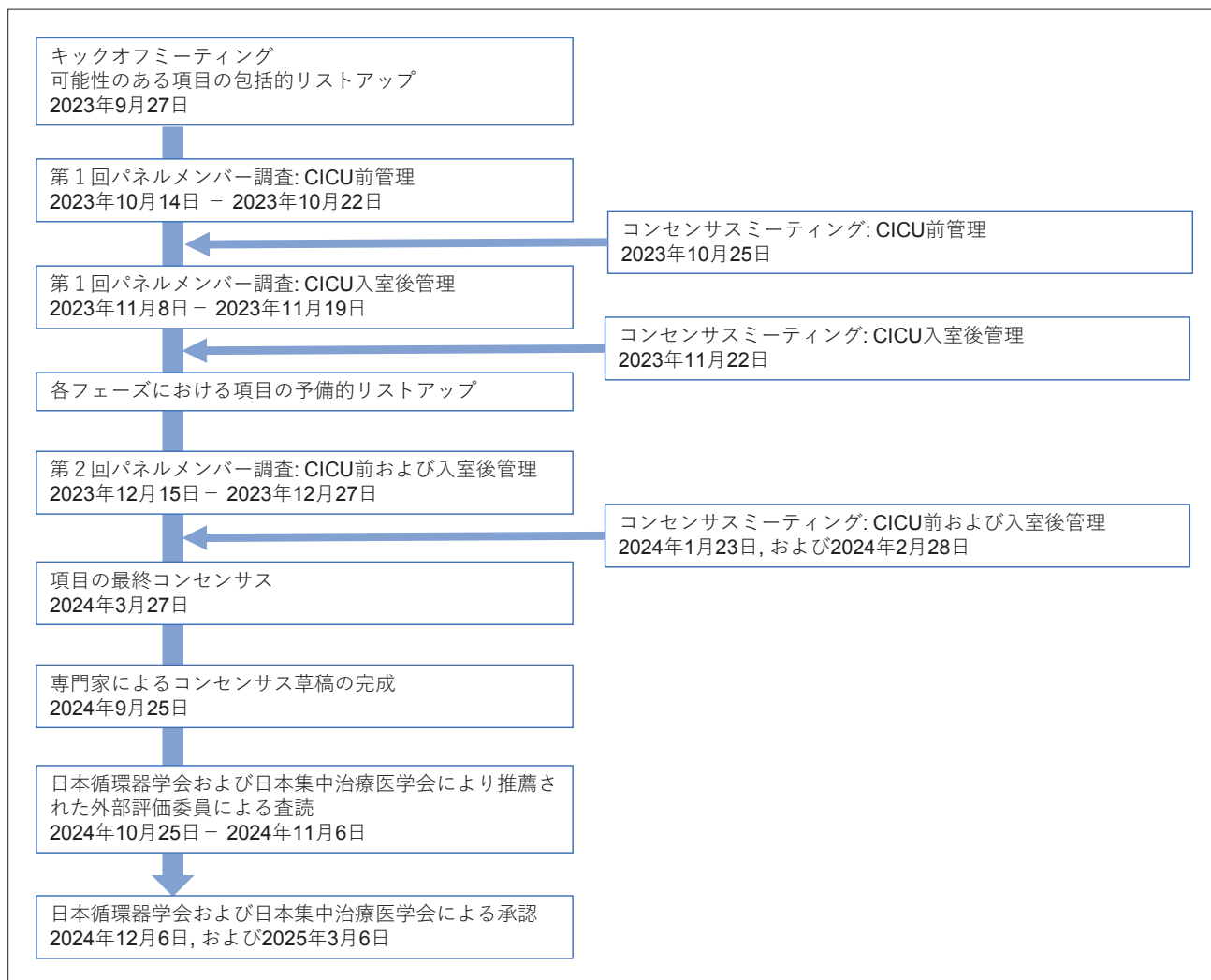


図1 コンセンサス作成の流れ

略語: CICU(cardiac intensive care unit, 心臓集中治療室)

intensive care unit; CVICU)までの期間で, 心原性ショック患者に対する時間軸に沿った評価・治療・搬送アルゴリズムを作成することを目的としている。本コンセンサスを作成するために日本循環器学会集中・救急医療部会の推薦により循環器救急・心血管系集中治療の診療/研究のエキスパートパネリストが招集された。最終的に9人(中島啓裕, 近藤徹, 中田淳, 朔啓太, 川上将司, 桑原政成, 山本剛, 菊地研, 佐藤直樹)が招集され, Japan Critical Care Cardiology Committee(J4CS)が発足した。2023年

5月16日に集中・救急医療部会, 2023年6月9日に日本循環器学会理事会で承認を得て, 2023年7月19日にキックオフミーティングを行った。コンセンサス決定までの議論の流れを図1に示す。

心原性ショック診療ステートメントに含む包括的な項目リストの作成

各施設の診療プロトコル, 文献レビューおよびパネリストの経験に基づく提案を参考に, 心原性ショック診療ステートメントに含むべき包括的な項

目リストを作成した。各項目を時間軸に沿った診療フェーズごとに以下の3つのフェーズに分けた[ステップ1:現場, ステップ2:救急外来, ステップ3:CICU]。またこれら各フェーズにおいて追加して考慮すべき対応を設けた[侵襲的検査/治療, および高度ショックセンターへの相談/転送]。

Delphi 法によるコンセンサスの議論と決定

作成したステートメントリストの各項目の重要度は、修正 Delphi 法によりスコア化を行った。この方法は特にエビデンスが不十分で不確実性を持つ分野において、有益性と有害性を評価する場合に用いられる^{5,6)}。各パネリストが各項目を1点(Inappropriate)–9点(Appropriate)の9段階評価で採点した。初回投票(1st round)後のコンセンサス会議で、各項目の臨床的意義およびスコアにばらつきが認められた項目の採点理由が議論された。その後、再度投票(2nd round)を行い最終スコアとした。各項目の最終スコア中央値を算出し、 ≤ 3.5 はInappropriate, 3.5–6.5はUncertain, および ≥ 6.5 はAppropriateとした⁷⁾。Appropriateで合意を得た項目が、最終的なアルゴリズムに組み込まれた。

本評価はRAND法で推奨される7人以上を満たすものの比較的少ない人数で構成されているため多少の潜在的バイアスが懸念される⁸⁾。領域に精通した比較的均質な集団を集めた場合、9人ではaverage group errorは0.6未満、reliability coefficientは約0.7と保たれることが報告されている⁹⁾。バイアスを最小限にするための対策として、パネリストを1)地理的偏在のない国内外の機関、2)アカデミック機関および市中病院など多様な機関、また3)sub-specialityもインターベンション、心不全、研究医および公衆衛生と広い分野から募った。また、客観的な評価を示せるように、Delphi法による評価の際には、各パネリストが独立してメールから投票する形式を取った。

● コンセンサス

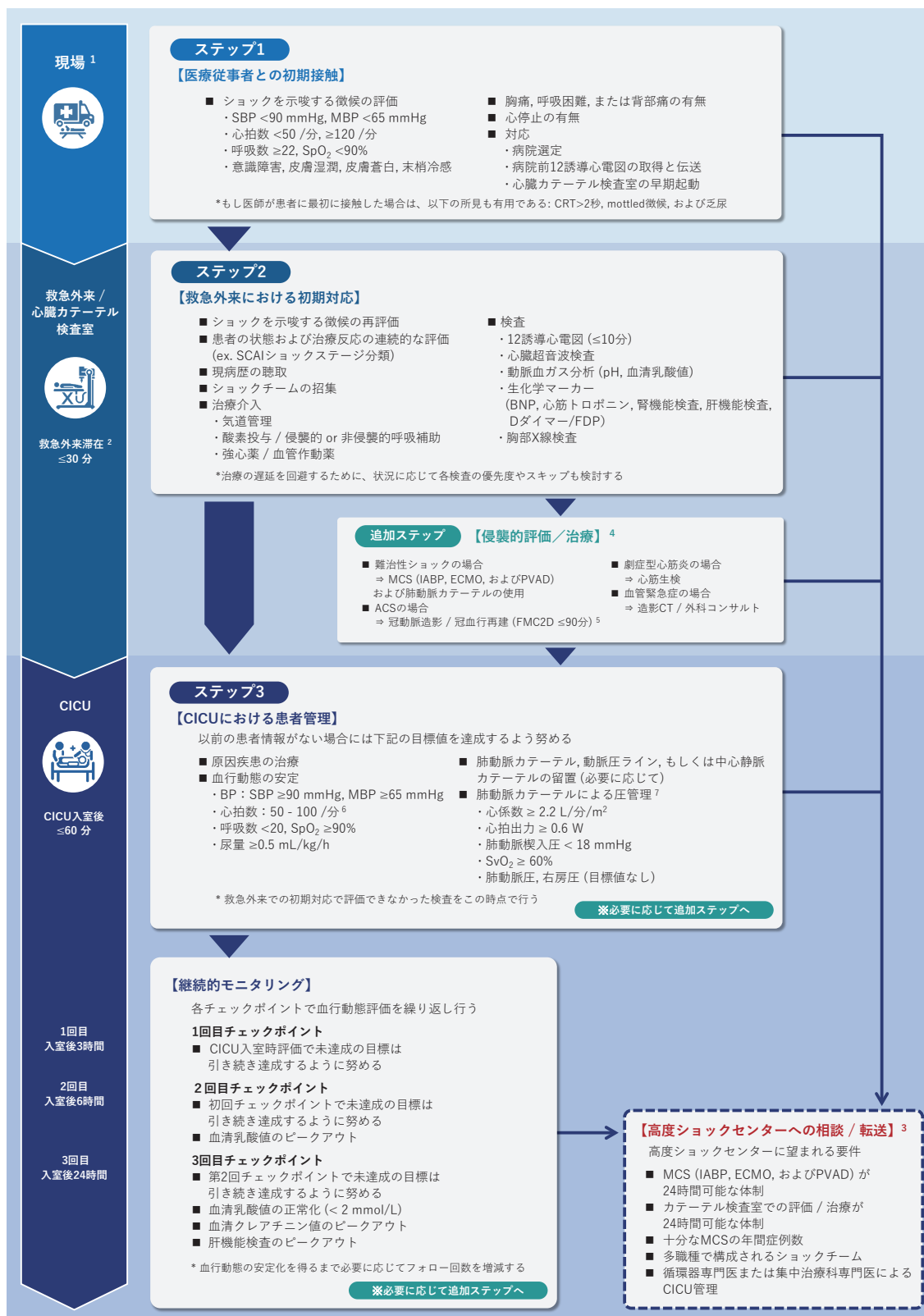
3つのステップで構成される時間軸に沿った心原性ショックの治療アルゴリズムを提案する。3つのステップは1)ステップ1:現場における初期接触(First medical contact; FMD), 2)ステップ2:救急外来における初期対応, 3)ステップ3:CICUでの患者管理を含んでおり、提示された項目を行うことで各ステップの目標を達成し、経時的にこれらのステップを進めていく治療フローとなっている(図2)。必要に応じて、追加ステップ:高度な評価/治療、もしくは高度ショックセンターへの相談/転送へと進む。心原性ショックは重篤で早期の病態安定化が求められることから、次のステップへ進むための情報や処置が十分であると判断されれば各ステップの項目をすべて達成しなければならないわけではなく、時間軸を意識して早期に次のステップへ進めることを目指すべきである。

心原性ショックの定義

心原性ショックとは“心機能障害による不十分な心拍出のために臓器や組織の低灌流をきたし、臓器不全や死亡へと至る生命を脅かす状態”と定義される。従来の心原性ショックの定義は古典的徴候をもとにその有無のみを定義するものであったが、近年の集中治療の発展において心原性ショックの重症度を評価する重要性も高まっている。米国のSociety for Cardiovascular Angiography & Interventions (SCAI)が提唱する心原性ショックステージ分類は心原性ショックの重症度を簡便に評価する一つの方法であると考えられる^{10,11)}。

—コンセンサスに関する議論

心原性ショックを疑う客観的な徴候として検討された11項目は、最終ラウンドのスコアはいずれも7点以上とAppropriateと判断された(表1)。特に低血圧は一貫して9点と最も重要である所見とされたが、低血圧は必ずしも心原性ショックの診断に必須ではないという見解で一致した。身体所見として



は、意識障害と末梢冷感が8点と高得点であった。また、各項目のカットオフ値に関する根拠が議論されたが、最終ラウンドで提示されたカットオフ値は過去のガイドライン、エキスパートコンセンサスやランダム化比較試験で提示された心原性ショック(またはショック)・急性心筋梗塞の診断基準や治療指標とおおむね一致している。

ステップ1：現場における初期接触

本ステップは院外発症であれば救急隊による患者への初期接触の状況を主に想定している(図2)。院内発症であれば患者の病状の悪化が医療者によって発見された際の初期の状況にも応用されうる。このステップで達成すべき目標は、1)心原性ショックを疑う状況を早期に認知すること、2)救急外来への到着前に実行可能な初期対応を行うことである。

心原性ショックを疑う状況かどうかを認知するには、前述したバイタルサインや身体所見によるショック徴候(心原性以外の要因を含む)の評価と、胸部症状もしくは心停止といったより心原性ショッ

クに特異的な病状の同定が含まれる。これらのいずれか一つの項目であっても異常所見を認める場合は、「心原性ショックを疑う状況」であると認知する。本ステップではアンダーtriageにより心原性ショックを認知できないこと、または認知が遅れることにより、治療が行われない、または遅れることを防ぐことが重要である。「心原性ショックを疑う状況」であると認知した際には、心原性ショックの対応が可能な病院を選定することが望ましい。また、病院前12誘導心電図の取得/伝送を搬送先の病院へ行うことは患者到着前の心臓カテーテル検査室の早期起動を可能にし、ステップ2以降を円滑に進められる可能性がある。

—コンセンサスに関する議論

本ステップでは主に院外発症を想定した場合に病院前で考慮すべき4項目を議論し、いずれもAppropriateと判断された(表2)。まずはショックを疑う徴候の評価を行う(表1)。心原性ショック患者と判断された場合、搬入する適切な病院選定は患者予後を改善する可能性がある¹⁾。患者を後述する要件を

図2 心原性ショック診療アルゴリズム

左側の矢印(上から下)は、心原性ショック患者に対する一般的な管理の目標時間を表す。

各項目は管理のタイムラインに沿って3つのフェーズに分けられる。

ステップ1：現場における初期接触、ステップ2：救急外来における初期対応、ステップ3：CICUにおける管理。

転送は現在の施設で現在または次のステップの目標達成が困難な場合、任意の時点で検討する必要がある。

1. 現場は、病院外および病院内の両方の状況を含むと想定している。
2. 救急外来滞在時間は、病院到着から救急外来退室までの時間を指し、いわゆる Door-in Door-out 時間に対応する。
3. ショック管理のどの段階においても、心血管集中治療が可能な施設への転送を検討する必要がある。
4. 患者を検査室に移送する必要性は、関連するリスクを考慮して慎重に評価する必要がある。
5. STEMI が疑われる場合、FMC2D 時間を 90 分以内に達成することが目標である。
6. 心拍数が提示された範囲外の場合、心拍数をショックの可能性や治療反応性の指標として考慮することが有用である。ただし、これが必ずしも介入を必要とすることを意味するわけではない。また、不整脈が検出された場合、ショックが続いている間の介入の潜在的影響を慎重に評価する必要がある。
7. 心拍出係数および肺動脈楔入圧の目標値は、患者の事前の情報がある場合を除き、Forrester 分類に準ずる。肺動脈圧および右房圧は血行動態や病態生理を理解するための重要な指標であるが、他のパラメータの目標達成がショック管理中に優先されるため、目標値は設定していない。

略語：ACS(acute coronary syndrome, 急性冠症候群), BP(blood pressure, 血圧), CT(computed tomography, コンピュータ断層撮影), CICU(cardiac intensive care unit, 心臓集中治療室), ECMO(extracorporeal membrane oxygenation, 体外膜型人工肺), FMC2D(first medical contact to device, 初回医療接触からデバイスまで), IABP(intra-aortic balloon pump, 大動脈内バルーンポンプ), MBP(mean blood pressure, 平均血圧), MCS(mechanical circulatory support, 機械的循環補助), PVAD(percuteaneous ventricular assisted device, 経皮的左室補助デバイス), SBP(systolic blood pressure, 収縮期血圧), SvO₂(mixed venous oxygen saturation, 混合静脈血酸素飽和度)

表 1 心原性ショックの徴候

ステートメント	中央値	四分位範囲	推奨度	関連研究
不安定な血行動態の徴候				
収縮期血圧<90 mmHg, 平均血圧<65 mmHg, またはベースラインから 40 mmHg 以上の低下	9	8-9	Appropriate	46, 47
心拍数<50/分または≥120/分	8	7-8	Appropriate	48
呼吸数≥22/分	8	7-8	Appropriate	49
SpO ₂ <90%	8	7.75-8	Appropriate	
身体診察				
意識障害	8	7-9	Appropriate	48
皮膚湿潤	7	6-7.5	Appropriate	48
末梢冷感	8	7-8	Appropriate	48
皮膚蒼白	7	6.75-8.25	Appropriate	
毛細血管再充満時間の遅延(2 秒以上)	7	7-8.25	Appropriate	50
Mottled 徴候	7	7-8	Appropriate	51~53
乏尿	7.5	7-8	Appropriate	48
その他				
胸痛, 呼吸困難, および背部痛の有無	7.5	6-8.25	Appropriate	
心停止の有無	8	7.75-9	Appropriate	

表 2 初期接触(ステップ 1)

ステートメント	中央値	四分位範囲	推奨度	関連研究
不安定な血行動態の評価	9	8-9	Appropriate	
適切な病院の選定	8	7.75-8.25	Appropriate	1, 54~57
病院前 12 誘導心電図	7	6.75-7.5	Appropriate	14
心臓カテーテル検査室の早期起動	8	6.75-9	Appropriate	15

満たしたショックセンターに優先して搬送すべきか、近隣の初期対応が可能な病院を経由して搬送すべきかについても検討がなされた。ドイツの冠動脈インターベンション(percutaneous coronary intervention; PCI)可能施設に搬送された患者を対象とした多施設観察研究において、心原性ショック合併 ST 上昇型急性心筋梗塞例では 10 分の PCI の遅れが死亡率の上昇に関連したという報告がある¹²⁾。一方で、ロンドンの 35 施設を含む Randomized controlled trial(RCT)では、自己心拍後に ST 上昇を認めない患者において、心停止センターへの直接搬送と最も近隣の救急外来を有する病院を経由した転送とでは 30 日全死亡率に有意差を認めなかった¹³⁾。彼

らの研究では約 1/4 で心原性ショックが含まれていた。したがって現時点では急性冠症候群(acute coronary syndrome; ACS)に伴う心原性ショック患者の場合において PCI 可能施設に優先して搬送することが望ましいとの見解で一致した。また、病院前 12 誘導心電図の取得/伝送は急性心筋梗塞の短期予後を改善する可能性があるが、心原性ショックに対するエビデンスは不十分であるため弱く提案とした(7 点)¹⁴⁾。心臓カテーテル検査室の早期起動は重要と考えられるが¹⁵⁾、患者を心臓カテーテル検査室へ直接搬入することが救急外来を経由して搬入することよりも有益であるかに関してエビデンスの蓄積が待たれる。

ステップ2：救急外来における初期対応

本ステップは救急外来での患者対応を想定している(図2)。施設のプロトコルによっては、心臓カテーテル検査室に直接搬送した場合も含む。院内発症の場合、病棟での患者が「心原性ショックを疑う状況」と認知された後の次の対応にも相当する。本ステップで達成すべき目標は、1)心原性ショックと診断すること、2)心原性ショックの病態・原因・重症度を評価すること、3)心原性ショックに対する初期治療を行うことである。

心原性ショックの診断のために行うべき項目には、ステップ1で行ったショックを疑う徴候の再評価とともに、原因を同定するための病歴聴取および各種検査が含まれる。心原性ショックの診断はこれらの項目から包括的に診断されるが、心原性ショックの可能性が除外されるまでは心原性ショックとして対応する。心原性ショック診断のために行う項目は、心原性ショックの病態・原因・重症度の評価の項目も兼ねている。これらの評価に基づき、必要に応じて強心薬/血管作動薬、気道確保および呼吸補助で構成される初期治療を開始する。ショックを疑う徴候が確認された時点で、多職種で構成されるショックチームを起動する。ステップ2の項目を30分以内で適切に達成することを目標にする。ステップ2から直接ステップ3に進む場合もあるが、冠動脈造影検査やMCSが必要と判断された場合は追加ステップに進む。

—コンセンサスに関する議論

本ステップで行うべきとして検討された29項目のうち、26項目がAppropriateと判断され、残りの3項目はUncertainと判断された(表3)。ショックを疑う徴候の再評価の主要項目はステップ1(表1)を踏襲しているが、ここではより経験が必要な身体所見(皮膚蒼白、毛細血管再充満時間の遅延、mottled徴候)にも着目する。施行すべき検査のうち、12誘導心電図は9点と最も高いスコアであり、急性心筋梗塞ガイドラインの推奨と一致して救急外来到着後10分以内の取得を目標とする¹⁶⁾。その他にステップ

2でショックの重症度評価と原疾患評価のために行うべき検査として、心臓超音波検査、胸部X線検査、血液ガス検査、血液生化学検査が含まれる。特に臓器障害の評価として乳酸値は9点と重視されている。初期治療に関して、患者の呼吸仕事量の増加、意識低下、気道の維持または保護が困難な場合には、気管挿管を躊躇してはならないことで見解が一致した¹⁷⁾。ただし、心原性ショック患者において処置後の急激な血行動態変化に注意が必要であり、その際に対応できる環境を整えておくことが望ましい。必要に応じて強心薬/血管作動薬および呼吸補助を行うことは重要である。動脈圧・中心静脈ラインの挿入に関しても検討されたが、本ステップでの優先事項ではないとの考えでUncertainとした。輸液負荷試験についても議論されたが、病態によっては有効である可能性もあるが、多くの心原性ショックでは左室拡張末期圧がすでに高いことが懸念されUncertainで一致した。このステップの目標を迅速に達成するために、ショックチームの起動により人的資源を投入すること、適宜検査を省略することにより治療の遅延を防ぐことが強く推奨されている。このステップを達成すべき時間について議論されたが、急性心筋梗塞におけるDoor-in Door-out時間に準じ30分以内が最も賛同が得られた¹⁸⁾。

追加ステップ：高度な評価/治療

追加ステップはさらなる病態特異的評価および治療が必要な患者対応を示したものである。本ステップはステップ1, 2, 3のいずれから移行しうる。CICU入室後も患者の状態に応じて追加ステップへの移行の必要性を検討する。本ステップを経た患者は、ステップ3または高度ショックセンターへの相談/転送に進むこととなる。

原疾患の鑑別および治療介入を同時に進める必要がある(図2)。ステップ2またはステップ3での治療介入にもかかわらず、治療抵抗性の心原性ショックが遷延する、あるいは右心不全の合併が推定される場合における肺動脈カテーテル(pulmonary ar-

表3 救急外来における初期対応(ステップ2)

ステートメント	中央値	四分位範囲	推奨度	関連研究
不安定な血行動態の徴候の再評価(表1参照)	9	8-9	Appropriate	
到着後10分以内の12誘導心電図	9	8.75-9	Appropriate	58
心臓超音波検査による臨床的表現型および病因の評価	8	8-9	Appropriate	59
胸部X線検査による臨床的表現型および病因の評価	8	7-9	Appropriate	
血液ガス検査				
pH	8	7.75-8.25	Appropriate	60, 61
乳酸	9	8.75-9	Appropriate	41, 42, 61, 62
生化学マーカー				
心筋トロポニン	8	7.75-9	Appropriate	63~65
BNP	7	3.75-8	Appropriate	
クレアチニン	8	6-8	Appropriate	66
肝機能検査	7.5	6-8	Appropriate	67
Dダイマー/FDP	6.5	5-8	Appropriate	
治療介入				
呼吸仕事量の増加, 意識障害, 気道の維持または保護が困難な場合には, 気管挿管が遅れてはならない	9	7-9	Appropriate	17
低酸素血症の際の酸素補給, 非侵襲的陽圧換気, および機械的換気	9	7-9	Appropriate	68~71
心拍出量が低値または不十分で, 血行動態が不安定な症例では, 強心薬/昇圧薬を投与する	8	8-9	Appropriate	72
明らかな循環血液量減少や推定される右室機能不全が認められない症例での輸液負荷試験	6	2.5-8	Uncertain	73
救急外来での動脈圧ライン挿入の必要性の判断	6	3.75-8.25	Uncertain	74~78
救急外来での中心静脈ライン挿入の必要性の判断	6	4.75-7	Uncertain	79
その他				
現病歴の聴取	9	7.75-9	Appropriate	-
ショック状態および反応の頻繁な再評価 (例: SCAI ショックステージ分類)	8	6.75-8.25	Appropriate	80
施設アルゴリズムに従ったショックチームの招集	9	7.75-9	Appropriate	81~84
治療の遅延を最小限に抑えるため, 必要に応じて検査の省略を検討	9	9-9	Appropriate	-

tery catheter ; PAC)の使用を検討する。MCS の導入は機を逃さず迅速に行う^{19,20)}。MCS の導入およびエスカレーションを行うために PAC で得られる指標を評価することは有用である^{21,22)}。原疾患が ACS の場合には, 初回医療接触からデバイス (first medical contact to device : FMC2D) までの時間が 90 分未満, 病院間搬送を要する患者では 120 分未満が目標となる^{23~26)}。原疾患が劇症型心筋炎と推定される場合には, その後の治療介入の判断に一助となる心筋生検は有用である²⁷⁾。また, 原疾患が急性大動脈

症候群や急性肺塞栓症等と推定される場合には, 血行動態の安定化が得られた後に CT による評価を行う^{28~32)}。

—コンセンサスに関する議論

本サブステップで検討された 6 項目はすべて高いスコアで Appropriate と判断された(表4)。本邦で心原性ショック患者に対して保険償還されている MCS としては大動脈バルーンポンプ(intra-aortic balloon pump ; IABP), 体外循環補助装置(extra-corporeal life support ; ECLS), および経皮的補助

表4 高度な評価および治療(追加ステップ)

ステートメント	中央値	四分位範囲	推奨度	関連研究
初期治療抵抗性の心原性ショックに対する緊急 MCS 導入	9	7.75-9	Appropriate	35, 85~88
ACS による心原性ショックに対する即時 CAG/PCI(PCI 可能病院への直接搬送例; FMC2D<90 分, 転送; FMC2D<120 分)	9	9-9	Appropriate	24, 89, 90
ACS による心原性ショックに対する PCI に先行した MCS 導入	7	5.75-8	Appropriate	91~93
劇症型心筋炎と推定される心原性ショックに対する心筋生検	8	7.75-9	Appropriate	27
急性大動脈症候群や急性肺塞栓症等と推定される心原性ショックに対する, 血行動態の安定化が得られた後の CT 評価	9	8.75-9	Appropriate	28~31
初期治療抵抗性の心原性ショックや右心機能低下が示唆される場合の肺動脈カテーテル留置	9	8-9	Appropriate	94~97

循環用カテーテルポンプ(percutaneous ventricular assisted device; PVAD)が挙げられる。MCS の早期導入の有効性はこれまでにデバイスごとに RCT で検討されている(IABP-SHOCK II, ECLS-SHOCK, DanGer Shock)^{33~35)}。現時点では, DanGer Shock 研究において ACS に起因した心原性ショックに対する PVAD の有効性が報告された唯一の RCT である。しかし, 患者特性, 病態, 施設の特性などの要因に基づいて, 各デバイス特性に応じた適切な使い分けが必要であるという見解で一致した。MCS 導入のタイミングに関しても議論が行われたが, ACS に起因した心原性ショックで PCI に先んじて PVAD を導入することが心筋梗塞巣の減少および予後改善に繋がる可能性が報告されており, 本検討においても7点であった^{19, 36, 37)}。

ステップ3: CICU における管理

ステップ3は心原性ショックを呈する患者が CICU に入室した時点から24時間以内の評価と対応を想定している(図2)。患者が CICU に入室するまでの経路として, 救急外来から CICU へ直接入室する場合(ステップ2→ステップ3)と, 救急外来から心臓カテーテル検査室や手術室を経由して入室する場合(追加ステップ→ステップ3)が想定される。本ステップで達成すべき目標は, 血行動態の安定化とその維持である。

心原性ショックの原疾患の治療はステップ2に引

き続き行われる。救急外来に到着した時点での心原性ショックの原疾患に加えて, 時間経過とともに生じた新たな病態(急性心筋梗塞の機械的合併症の発生)や, 追加ステップで行われた侵襲的処置による合併症も注意深く診る必要がある。

CICU に入室した患者は速やかに図2に示す血行動態項目を評価する。救急外来到着後にすでに開始されている初期治療の効果判定を行い, CICU 入室後60分以内に血行動態の安定化を図る。まずはバイタルサインを評価する。本コンセンサスでは患者に対する事前情報がない限り, 収縮期血圧 ≥ 90 mmHg, 平均血圧 ≥ 65 mmHg, 心拍数 50-100/分, 呼吸数 < 20 /分, $SpO_2 \geq 90\%$, 尿量 ≥ 0.5 mL/kg/hr を目標とする。CICU では血行動態把握のために状況に応じて侵襲的モニタリングを行う。例えば動脈圧ライン, PAC および中心静脈カテーテルが挙げられる。これらはルーチンでの使用は推奨されないが, より詳細な血行動態の評価に基づく治療選択が可能となる。①初期治療に反応せず血行動態の安定化が得られない場合, ②血行動態が悪化することが予測される場合, ③心エコー所見など他のモダリティで正確に血行動態が把握できないと判断された場合には, CICU 入室後に速やかに侵襲的モニタリングのために PAC の挿入を行う。患者の過去の血行動態データを取得できない状況下では, 心係数 ≥ 2.2 L/分/ m^2 , 心拍出力(cardiac power output; CPO) ≥ 0.6 W, 肺動脈楔入圧 < 18 mmHg, および



混合静脈血酸素飽和度 $\geq 60\%$ を目標とする。しかし、肺動脈圧、右房圧はCICUにおいて管理の目標値を一律に設定することは難しく、具体的な目標値は設定していない。心原性ショック患者の血行動態は多様であり、PACで評価される指標の治療目標値を一律に設定することは難しい。PACで評価される指標を複数用いて正確に血行動態を評価し、個々の症例に応じて治療方針を定めることが妥当である。一方で、PAC留置による合併症、すなわち感染、出血、不整脈、および肺動脈損傷のリスクがあるため、不要な留置は避けるべきである。

本ステップで血行動態の安定化が達成できていないと判断した場合は、さらなる原因検索を行うとともに、血行動態安定化のため速やかに治療強化を行う。強心薬や血管収縮薬を含む循環作動薬の調整、MCSの導入/エスカレーションの必要性を検討する。CICUに入室した後にCT室や心臓カテーテル検査室へ移動することもありえるが、血行動態が不安定な状態での画像検査や心臓カテーテル検査については患者を生命の危機に陥らせるリスクがある。そのため、治療者はその検査の必要性を十分に検証するとともに、CICUからの移動や検査中の血行動態悪化に対応できる体制を整えておく必要がある。

CICU入室時の評価後も、血行動態の安定の有無にかかわらず、患者の状態を経時的に評価する必要がある³⁸⁾。初期評価の妥当性、初期治療の効果判定、および新たな病態が生じていないかを確認するために血行動態指標の評価は繰り返しモニタリングする。各検査の評価タイミングを図3に示す。心原性ショックに伴う多臓器不全は予後と密接に関係するため、腎機能障害や肝機能障害の評価を行う³⁹⁾。CICU入室時評価の次の1stチェックポイントはCICU入室3時間後に行う。1stチェックポイントでは、CICU入室時の評価で目標に達していない血行動態指標がある場合には、目標達成のための努力を継続する。続いて2ndチェックポイントはCICU入室後6時間後に行う。目標未達成である血行動態指標については引き続き目標達成のための努力を継続

する。血清乳酸値についてはこの時点(CICU入室後6-8時間以内)でのピークアウトは予後と関連するという報告がある。この時点で血行動態指標が目標に到達している場合は、3rdチェックポイントをCICU入室24時間後とした。もし血行動態指標が目標に達していない場合、チェックポイントの間隔を短くし適宜回数を増やすことは妥当である。24時間以内に血清乳酸値の正常化($< 2 \text{ mmol/L}$)、血清クレアチニン値、肝酵素のピークアウトを目標とする^{40~42)}。また、心筋障害を認めた場合には心筋トロポニンTやCKの最大値は障害サイズと関連することが報告されており、各国のガイドラインでも確認することが推奨されている^{25, 26, 43, 44)}。

ステップ3のいずれの時点でも、血行動態の安定化が当該施設で得られない、もしくは得られない見込みが高い場合、高度ショックセンターへの相談/転送を躊躇してはならない。

—コンセンサスに関する議論

本ステップで行うべきとして検討された20項目のうち、18項目がAppropriate、1項目がUncertain、および1項目がInappropriateと判断された(表5)。ESCAPE試験では重症心不全患者に対するPACによる血行動態モニタリングは6カ月間の生存日数改善に寄与しないことが示されたが、心原性ショック患者は除外されている点に留意する⁴⁵⁾。近年、心原性ショック患者に対するPACの使用は良好な予後と関連するという報告が散見され、本コンセンサスにおいてもCICUに入室した心原性ショック患者に対するPACを用いた侵襲的モニタリングを用いることはAppropriateであると判断した。PACを経時的に評価することは高い推奨度(9点)である一方で、それぞれの指標については、7-8の点数が多く認められた。これは、単一指標では、治療に対応する評価やアウトカム推定が難しいため、総合的に評価することが推奨される心原性ショックの病態を反映した結果と考えられる。また、継続的なチェックポイントのタイミングに関しても議論されたが、CICU入室後3時間、6時間、24時間でお

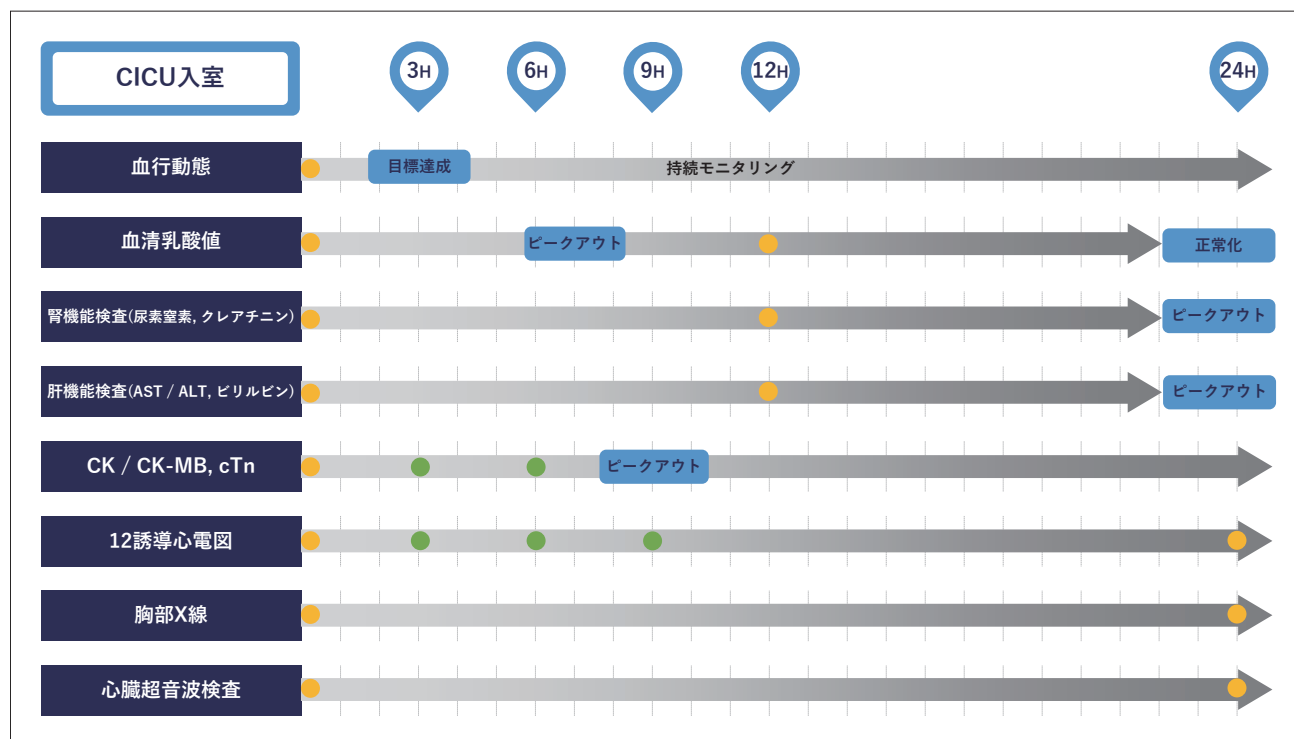


図3 CICU入室後の継続的なモニタリング

黄色のドットは通常のチェックポイントを、緑色のドットは急性冠症候群症例における追加のチェックポイントを表している。チェックポイントの数とタイミングは、患者の状態や心原性ショックの原因に基づいて調整されるべきである。

略語：ALT(alanine transaminase, アラニンアミノトランスフェラーゼ), AST(aspartate aminotransferase, アスパラギン酸アミノトランスフェラーゼ), CK(creatine kinase, クレアチンキナーゼ), cTn(cardiac troponin, 心筋トロポニン), CICU(cardiac intensive care unit, 心臓集中治療室)

おむね意見が一致した。チェックポイントの回数およびタイミングは患者の状態や心原性ショックの原因により調整が必要である。

高度ショックセンターへの相談もしくは転送

ステップ1-3および追加ステップのいずれの時点であったとしても、そのステップの目標が自施設で達成困難である場合、または次のステップの目標が達成困難であることが予測される場合には高度ショックセンターへの相談/転送を検討する。

相談または転送を受けるショックセンターに望まれる要件を図2に示す。これには、24時間365日MCS/緊急PCIの対応が可能であること、多職種で構成されるショックチームが稼働していること、循

環器専門医または集中治療科専門医が管理するCICUを備えていること、十分なMCS症例の経験を持つことが含まれる。これらを元に各地域の医療状況に応じた各専門施設構築や連携体制の整備が必要である。ここでの重要な点は、心原性ショックの悪化を防ぐために、いずれのステップであっても必要と判断された際は早期からショックセンターと適切な情報共有を行い、施設間で協力して治療を進めることである。また、各施設間であらかじめ安全な搬送手段を相談しておくべきであり、転送の決定は搬送後の治療利益と搬送のリスクが勘案されるべきである。

一コンセンサスに関する議論

本項では、高度ショックセンターへの相談/転送の

表5 CICU における管理(ステップ3)

ステートメント	中央値	四分位範囲	推奨度	関連研究
以前の患者情報がない場合、以下の血行動態目標を達成する				
収縮期血圧 ≥ 90 mmHg かつ平均血圧 ≥ 65 mmHg	9	8-9	Appropriate	46, 47, 98~100
心拍数 50-100/分	7	7-7	Appropriate	
呼吸数 < 20 /分	7.5	7-8.25	Appropriate	
SpO ₂ $\geq 90\%$	8.5	7.75-9	Appropriate	
尿量 ≥ 0.5 mL/kg/hr	7.5	7-8.25	Appropriate	101, 102
肺動脈カテーテルが留置されている場合、以下を目標として経時的に血行動態を評価する	9	8.75-9	Appropriate	38, 103
CI ≥ 2.2 L/分/m ²	7	7-8.25	Appropriate	98, 104
CPO ≥ 0.6 W	7.5	7-8.25	Appropriate	98, 105, 106
PCWP ≤ 18 mmHg	7.5	7-8.25	Appropriate	98, 104
SvO ₂ $\geq 60\%$	8	7-8.25	Appropriate	106, 107
PAP	7	6.5-7	Appropriate	96
RAP	7	6.5-7	Appropriate	96
CICU 入室時に治療目標に到達していない場合は、各評価ポイントで血行動態を繰り返し評価し、目標に到達できるように努める	9	9-9	Appropriate	38, 103, 108
CICU 入室後 24 時間以内に、治療反応を評価するために以下のバイオマーカーを経時的に測定する				
入室後 6-8 時間以内の血清乳酸値のピークアウト	8	7-9	Appropriate	41, 42, 108
入室後 24 時間以内の血清乳酸値の基準値内までの低下(< 2 mmol/L)	8	7.75-9	Appropriate	42, 108
24 時間以内の血清クレアチニン値のピークアウト	7	6-8	Appropriate	39
24 時間以内の肝機能検査値のピークアウト	7	5.75-7	Appropriate	39
24 時間以内の血清 BNP 値のピークアウト	3	1-7	Inappropriate	
心筋障害が疑われる場合、血清クレアチンキナーゼ値/心筋トロポニン値のピークアウト	7.5	7-8.25	Appropriate	43, 44, 109
D ダイマー/FDP のピークアウト	6	3.25-7	Uncertain	

是非と高度ショックセンターに望まれる要件が検討され、検討された6項目はすべて Appropriate と判断された(表6)。ショックセンターの要件として24時間365日MCS/緊急PCIの対応が可能であることは9点と高スコアであった。

● 今後の展望

本研究では心原性ショックの時間とともに急激に進行する病態に着目し、時間軸を意識した初期対応のエキスパートコンセンサスを作成した。本エキスパートコンセンサスを作成するにあたり、1)心原性ショックにおける病院前12誘導心電図の取得/伝送の有効性、2)心原性ショック患者の心臓カテーテル検査室への直接搬入の有効性、3)ショックに至るこ

とが予想されるバイタル異常をきたしている患者に対するCICU入室の判断、4)適切な強心薬/血管作動薬の選択、5)適切なMCSの選択と導入タイミング、6)混合ICUと比較したCICUの有効性、7)心原性ショック患者管理における血行動態目標値(各国のプロトコルで目標値に多少のばらつきを認めた)といった、多くのエビデンスが不足していることに直面した。これらの課題をJ4CS、JRC蘇生ガイドラインの心原性ショックタスクフォースをはじめとする各団体および個人で補完していく必要がある。

また、今回提示した“時間軸を意識した”心原性ショック初期対応のアルゴリズムに基づき、本邦の臨床現場で滞りなく治療フローを実践するには多くの課題がある。最も大きな障壁であり、かつ解決す

表6 高度ショックセンターへの相談/転送

ステートメント	中央値	四分位範囲	推奨度	関連研究
評価や治療が適切に実施できない、あるいは実施される見込みがない場合、または治療目標が達成できない場合、高度心原性ショックセンターへの相談または転送を行う	9	9-9	Appropriate	110, 111
紹介病院からの心原性ショック患者の相談や転送を受け入れる高度ショックセンターは、以下の要件を満たすことが望ましい				
MCS(IABP, PVAD, VA-ECMO)が24時間利用可能な体制	9	9-9	Appropriate	2, 112, 113
心臓カテーテル検査室での評価と治療が24時間利用可能な体制	9	9-9	Appropriate	2, 54, 112, 113
MCS管理の年間症例数が十分にあること	7	6.5-8.25	Appropriate	55~57, 114
多職種で構成されるショックチーム	8.5	7.75-9	Appropriate	81~84
循環器専門医または集中治療科専門医によるCICU管理	8.5	7-9	Appropriate	81~84, 113, 115

べき重要な課題は、各ステップに関連する循環器専門医以外の他の専門医、他職種、他部署、病院前診療従事者、さらには他の施設との円滑な連携体制の構築である。近年、心原性ショック領域で重要視されている、Hub-Spokeによる医療連携やショックチームはこれに該当する概念であり、本邦でもこの概念に基づいた体制整備は必要であろう。適切な連携構築には、本コンセンサスに加えさらに詳細なアルゴリズムやチェックリストが必要かもしれないが、今回は“時間軸を意識した”心原性ショック治療の全体像を把握するという点に焦点を当てた。今後、本邦においても独自の心原性ショックレジストリを作成し、これらのコンセンサスの検証およびアップデートを行っていく必要がある。

本コンセンサスを共通のプラットフォームとして、循環器集中治療領域に関わる様々な職種に利用され、様々な意見を交わし合い、今後も継続的に改訂され続けることを期待する。本コンセンサスが日本蘇生協議会 蘇生ガイドラインを含む各学術団体との連携を通じて、心原性ショック治療の標準化を進め、最終的に患者転帰の改善につながることを望む。

利益相反：著者である中島、近藤、山本および菊地の4名はJRC 蘇生ガイドライン2025の心原性ショックタスクフォースのメンバーである。

文 献

- Matoba T, Sakamoto K, Nakai M, et al : Institutional Characteristics and Prognosis of Acute Myocardial Infarction With Cardiogenic Shock in Japan - Analysis From the JROAD/JROAD-DPC Database. *Circ J* 2021 ; **85** : 1797-1805
- van Diepen S, Katz JN, Albert NM, et al : Contemporary Management of Cardiogenic Shock : A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation* 2017 ; **136** : e232-e268
- Kondo T, Araki T, Imaizumi T, et al : Prognosis in Patients With Cardiogenic Shock Who Received Temporary Mechanical Circulatory Support. *JACC Asia* 2023 ; **3** : 122-134
- Nakashima T, Kondo T, Nakata J, et al : Expert Consensus Statement on the Evaluation, Treatment, and Transfer of Cardiogenic Shock Using a Delphi Method Approach - A Report of the Japan Critical Care Cardiology Committee (J4CS). *Circ J* 2025 ; **89** : 998-1011
- Dalkey N, Helmer O : An Experimental Application of the DELPHI Method to the Use of Experts. *Manage Sci* 1963 ; **9** : 458-467
- Shang Z : Use of Delphi in health sciences research : A narrative review. *Medicine (Baltimore)* 2023 ; **102** : e32829
- Milton-Jones H, Soussi S, Davies R, et al : An international RAND/UCLA expert panel to determine the optimal diagnosis and management of burn inhalation injury. *Crit Care* 2023 ; **27** : 459
- Fitch K, Bernstein SJ, Aguilar MD, et al : The RAND/UCLA appropriateness method user's manual. Santa Monica : RAND corporation ; 2000.
- Dalkey N : An experimental study of group opinion : The Delphi method. *Futures* 1969 ; **1** : 408-426
- Baran DA, Grines CL, Bailey S, et al : SCAI clinical expert consensus statement on the classification of cardiogenic shock : This document was endorsed by

the American College of Cardiology (ACC), the American Heart Association(AHA), the Society of Critical Care Medicine(SCCM), and the Society of Thoracic Surgeons(STS) in April 2019. *Catheter Cardiovasc Interv* 2019 ; **94** : 29-37

- 11) Naidu SS, Baran DA, Jentzer JC, et al : SCAI SHOCK Stage Classification Expert Consensus Update : A Review and Incorporation of Validation Studies : This statement was endorsed by the American College of Cardiology(ACC), American College of Emergency Physicians(ACEP), American Heart Association (AHA), European Society of Cardiology(ESC) Association for Acute Cardiovascular Care(ACVC), International Society for Heart and Lung Transplantation (ISHLT), Society of Critical Care Medicine(SCCM), and Society of Thoracic Surgeons(STS) in December 2021. *J Am Coll Cardiol* 2022 ; **79** : 933-946
- 12) Scholz KH, Maier SKG, Maier LS, et al : Impact of treatment delay on mortality in ST-segment elevation myocardial infarction(STEMI) patients presenting with and without haemodynamic instability : results from the German prospective, multicentre FITT-STEMI trial. *Eur Heart J* 2018 ; **39** : 1065-1074
- 13) Patterson T, Perkins GD, Perkins A, et al : Expedited transfer to a cardiac arrest centre for non-ST-elevation out-of-hospital cardiac arrest(ARREST) : a UK prospective, multicentre, parallel, randomised clinical trial. *Lancet* 2023 ; **402** : 1329-1337
- 14) Nakashima T, Hashiba K, Kikuchi M, et al : Impact of Prehospital 12-Lead Electrocardiography and Destination Hospital Notification on Mortality in Patients With Chest Pain - A Systematic Review. *Circ Rep* 2022 ; **4** : 187-193
- 15) Hashiba K, Nakashima T, Kikuchi M, et al : Prehospital Activation of the Catheterization Laboratory Among Patients With Suspected ST-Elevation Myocardial Infarction Outside of a Hospital - Systematic Review and Meta-Analysis. *Circ Rep* 2022 ; **4** : 393-398
- 16) Kikuchi M, Tahara Y, Yamaguchi J, et al : Executive Summary - Acute Coronary Syndrome in the Japan Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2020. *Circ J* 2023 ; **87** : 866-878
- 17) Alviar CL, Rico-Mesa JS, Morrow DA, et al : Positive Pressure Ventilation in Cardiogenic Shock : Review of the Evidence and Practical Advice for Patients With Mechanical Circulatory Support. *Can J Cardiol* 2020 ; **36** : 300-312
- 18) Yamaguchi J, Matoba T, Kikuchi M, et al : Effects of Door-In to Door-Out Time on Mortality Among ST-Segment Elevation Myocardial Infarction Patients Transferred for Primary Percutaneous Coronary Intervention - Systematic Review and Meta-Analysis. *Circ Rep* 2022 ; **4** : 109-115
- 19) Esposito ML, Kapur NK : Acute mechanical circulatory support for cardiogenic shock : the “door to support” time. *Fl000Res* 2017 ; **6** : 737
- 20) Nakata J, Yamamoto T, Saku K, et al : Mechanical circulatory support in cardiogenic shock. *J Intensive Care* 2023 ; **11** : 64
- 21) Geller BJ, Sinha SS, Kapur NK, et al : Escalating and De-escalating Temporary Mechanical Circulatory Support in Cardiogenic Shock : A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation* 2022 ; **146** : e50-e68
- 22) Nishimura T, Hirata Y, Ise T, et al : JCS/JSCVS/JCC/CVIT 2023 Guideline Focused Update on Indication and Operation of PCPS/ECMO/IMPELLA. *Circ J* 2024 ; **88** : 1010-1046
- 23) Neumann FJ, Sousa-Uva M, Ahlsson A, et al : 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization. *EuroIntervention* 2019 ; **14** : 1435-1534
- 24) Hochman JS, Sleeper LA, Webb JG, et al : Early revascularization in acute myocardial infarction complicated by cardiogenic shock. SHOCK Investigators. Should We Emergently Revascularize Occluded Coronaries for Cardiogenic Shock. *N Engl J Med* 1999 ; **341** : 625-634
- 25) Kimura K, Kimura T, Ishihara M, et al : JCS 2018 guideline on diagnosis and treatment of acute coronary syndrome. *Circ J* 2019 ; **83** : 1085-1196
- 26) Byrne RA, Rossello X, Coughlan JJ, et al : 2023 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes. *Eur Heart J* 2023 ; **44** : 3720-3826
- 27) Ammirati E, Moslehi JJ : Diagnosis and Treatment of Acute Myocarditis : A Review. *JAMA* 2023 ; **329** : 1098-1113
- 28) Rossaint R, Afshari A, Bouillon B, et al : The European guideline on management of major bleeding and coagulopathy following trauma : sixth edition. *Crit Care* 2023 ; **27** : 80
- 29) Stein PD, Fowler SE, Goodman LR, et al : Multidetector computed tomography for acute pulmonary embolism. *N Engl J Med* 2006 ; **354** : 2317-2327
- 30) Bhavne NM, Nienaber CA, Clough RE, Eagle KA : Multimodality Imaging of Thoracic Aortic Diseases in Adults. *JACC Cardiovasc Imaging* 2018 ; **11** : 902-919
- 31) Bossone E, LaBounty TM, Eagle KA : Acute aortic syndromes : diagnosis and management, an update. *Eur Heart J* 2018 ; **39** : 739-749d
- 32) Zhang LJ, Lu GM, Meinel FG, et al : Computed tomography of acute pulmonary embolism : state-of-the-art. *Eur Radiol* 2015 ; **25** : 2547-2557
- 33) Thiele H, Zeymer U, Neumann FJ, et al : Intraaortic balloon support for myocardial infarction with cardiogenic shock. *N Engl J Med* 2012 ; **367** : 1287-1296
- 34) Thiele H, Zeymer U, Akin I, et al : Extracorporeal Life Support in Infarct-Related Cardiogenic Shock. *N Engl J Med* 2023 ; **389** : 1286-1297
- 35) Møller JE, Engstrøm T, Jensen LO, et al : Microaxial Flow Pump or Standard Care in Infarct-Related Cardiogenic Shock. *N Engl J Med* 2024 ; **390** : 1382-1393

- 36) Saku K, Kakino T, Arimura T, et al : Left Ventricular Mechanical Unloading by Total Support of Impella in Myocardial Infarction Reduces Infarct Size, Preserves Left Ventricular Function, and Prevents Subsequent Heart Failure in Dogs. *Circ Heart Fail* 2018 ; **11** : e004397
- 37) Iannaccone M, Franchin L, Hanson ID, et al : Timing of impella placement in PCI for acute myocardial infarction complicated by cardiogenic shock : An updated meta-analysis. *Int J Cardiol* 2022 ; **362** : 47-54
- 38) Ton VK, Li S, John K, et al : Serial Shock Severity Assessment Within 72 Hours After Diagnosis : A Cardiogenic Shock Working Group Report. *J Am Coll Cardiol* 2024 Aug 1 : S0735-1097(24)07740-4
- 39) Vallabhajosyula S, Dunlay SM, Prasad A, et al : Acute Noncardiac Organ Failure in Acute Myocardial Infarction With Cardiogenic Shock. *J Am Coll Cardiol* 2019 ; **73** : 1781-1791
- 40) Basir MB, Kapur NK, Patel K, et al : Improved Outcomes Associated with the use of Shock Protocols : Updates from the National Cardiogenic Shock Initiative. *Catheter Cardiovasc Interv* 2019 ; **93** : 1173-1183
- 41) Marbach JA, Stone S, Schwartz B, et al : Lactate Clearance Is Associated With Improved Survival in Cardiogenic Shock : A Systematic Review and Meta-Analysis of Prognostic Factor Studies. *J Card Fail* 2021 ; **27** : 1082-1089
- 42) Marbach JA, Di Santo P, Kapur NK, et al : Lactate Clearance as a Surrogate for Mortality in Cardiogenic Shock : Insights From the DOREMI Trial. *J Am Heart Assoc* 2022 ; **11** : e023322
- 43) Gulati M, Levy PD, Mukherjee D, et al : 2021 AHA/ACC/ASE/CHEST/SAEM/SCCT/SCMR Guideline for the Evaluation and Diagnosis of Chest Pain : A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *Circulation* 2021 ; **144** : e368-e454
- 44) Byrne RA, Ndrepepa G, Braun S, et al : Peak cardiac troponin-T level, scintigraphic myocardial infarct size and one-year prognosis in patients undergoing primary percutaneous coronary intervention for acute myocardial infarction. *Am J Cardiol* 2010 ; **106** : 1212-1217
- 45) Binanay C, Califf RM, Hasselblad V, et al : Evaluation study of congestive heart failure and pulmonary artery catheterization effectiveness : the ESCAPE trial. *JAMA* 2005 ; **294** : 1625-1633
- 46) Parlow S, Di Santo P, Mathew R, et al : The association between mean arterial pressure and outcomes in patients with cardiogenic shock : insights from the DOREMI trial. *Eur Heart J Acute Cardiovasc Care* 2021 ; **10** : 712-720
- 47) Burstein B, Tabi M, Barsness GW, et al : Association between mean arterial pressure during the first 24 hours and hospital mortality in patients with cardiogenic shock. *Crit Care* 2020 ; **24** : 513
- 48) Hasdai D, Holmes DR Jr, Califf RM, et al : Cardiogenic shock complicating acute myocardial infarction : predictors of death. GUSTO Investigators. Global Utilization of Streptokinase and Tissue-Plasminogen Activator for Occluded Coronary Arteries. *Am Heart J* 1999 ; **138** : 21-31
- 49) Barthel P, Wensel R, Bauer A, et al : Respiratory rate predicts outcome after acute myocardial infarction : a prospective cohort study. *Eur Heart J* 2013 ; **34** : 1644-1650
- 50) Lima A, Jansen TC, van Bommel J, et al : The prognostic value of the subjective assessment of peripheral perfusion in critically ill patients. *Crit Care Med* 2009 ; **37** : 934-938
- 51) Merdji H, Bataille V, Curtiaud A, et al : Mottling as a prognosis marker in cardiogenic shock. *Ann Intensive Care* 2023 ; **13** : 80
- 52) Hiemstra B, Koster G, Wiersema R, et al : The diagnostic accuracy of clinical examination for estimating cardiac index in critically ill patients : the Simple Intensive Care Studies-I. *Intensive Care Med* 2019 ; **45** : 190-200
- 53) Kazune S, Caica A, Volceka K, et al : Relationship of mottling score, skin microcirculatory perfusion indices and biomarkers of endothelial dysfunction in patients with septic shock : an observational study. *Crit Care* 2019 ; **23** : 311
- 54) Bansal K, Gupta M, Garg M, et al : Impact of Inpatient Percutaneous Coronary Intervention Volume on 30-Day Readmissions After Acute Myocardial Infarction-Cardiogenic Shock. *JACC Heart Fail* 2024 ; **12** : 2087-2097
- 55) Shaefi S, O'Gara B, Kociol RD, et al : Effect of cardiogenic shock hospital volume on mortality in patients with cardiogenic shock. *J Am Heart Assoc* 2015 ; **4** : e001462
- 56) Araki T, Kondo T, Imaizumi T, et al : Relationship between the volume of cases and in-hospital mortality in patients with cardiogenic shock receiving short-term mechanical circulatory support. *Am Heart J* 2023 ; **261** : 109-123
- 57) Barrionuevo-Sánchez MI, Viana-Tejedor A, Ariza-Solé A, et al : Impact of annual volume of cases and intensive cardiac care unit availability on mortality of patients with acute myocardial infarction-related cardiogenic shock treated at revascularization capable centres. *Eur Heart J Acute Cardiovasc Care* 2023 ; **12** : 422-429
- 58) Yiadom MY, Baugh CW, McWade CM, et al : Performance of emergency department screening criteria for an early ECG to identify ST-segment elevation myocardial infarction. *J Am Heart Assoc* 2017 ; **6** : e003528
- 59) Yoshida T, Yoshida T, Noma H, et al : Diagnostic accuracy of point-of-care ultrasound for shock : a sys-



- tematic review and meta-analysis. *Crit Care* 2023 ; 27 : 200
- 60) Wigger O, Bloechlinger S, Berger D, et al : Baseline serum bicarbonate levels independently predict short-term mortality in critically ill patients with ischaemic cardiogenic shock. *Eur Heart J Acute Cardiovasc Care* 2018 ; 7 : 45-52
- 61) Jentzer JC, Kashani KB, Wiley BM, et al : Laboratory Markers of Acidosis and Mortality in Cardiogenic Shock : Developing a Definition of Hemometabolic Shock. *Shock* 2022 ; 57 : 31-40
- 62) Burstein B, Vallabhajosyula S, Ternus B, et al : The Prognostic Value of Lactate in Cardiac Intensive Care Unit Patients With Cardiac Arrest and Shock. *Shock* 2021 ; 55 : 613-619
- 63) Bonaca M, Scirica B, Sabatine M, et al : Prospective evaluation of the prognostic implications of improved assay performance with a sensitive assay for cardiac troponin I. *J Am Coll Cardiol* 2010 ; 55 : 2118-2124
- 64) Katus HA, Remppis A, Looser S, et al : Enzyme linked immuno assay of cardiac troponin T for the detection of acute myocardial infarction in patients. *J Mol Cell Cardiol* 1989 ; 21 : 1349-1353
- 65) Lee TH, Goldman L : Serum enzyme assays in the diagnosis of acute myocardial infarction. Recommendations based on a quantitative analysis. *Ann Intern Med* 1986 ; 105 : 221-233
- 66) Tarvasmäki T, Haapio M, Mebazaa A, et al : Acute kidney injury in cardiogenic shock : definitions, incidence, haemodynamic alterations, and mortality. *Eur J Heart Fail* 2018 ; 20 : 572-581
- 67) Nikolaou M, Parissis J, Yilmaz MB, et al : Liver function abnormalities, clinical profile, and outcome in acute decompensated heart failure. *Eur Heart J* 2013 ; 34 : 742-749
- 68) Zhao N, Pan Z, Yang Q, et al : Effect of sex on the association between arterial partial pressure of oxygen and in-hospital mortality in ICU patients with cardiogenic shock : a retrospective cohort study. *Ann Transl Med* 2022 ; 10 : 1313
- 69) Zhang Z, Ji X : Quadratic function between arterial partial oxygen pressure and mortality risk in sepsis patients : an interaction with simplified acute physiology score. *Sci Rep* 2016 ; 6 : 35133
- 70) Gray A, Goodacre S, Newby DE, et al : Noninvasive ventilation in acute cardiogenic pulmonary edema. *N Engl J Med* 2008 ; 359 : 142-151
- 71) Masip J, Peacock WF, Price S, et al : Indications and practical approach to non-invasive ventilation in acute heart failure. *Eur Heart J* 2018 ; 39 : 17-25
- 72) Thiele H, Ohman EM, de Waha-Thiele S, et al : Management of cardiogenic shock complicating myocardial infarction : an update 2019. *Eur Heart J* 2019 ; 40 : 2671-2683
- 73) Cecconi M, Hofer C, Teboul JL, et al : Fluid challenges in intensive care : the FENICE study : A global inception cohort study. *Intensive Care Med* 2015 ; 41 : 1529-1537
- 74) Meidert AS, Dolch ME, Mühlbauer K, et al : Oscillometric versus invasive blood pressure measurement in patients with shock : a prospective observational study in the emergency department. *J Clin Monit Comput* 2021 ; 35 : 387-393
- 75) Seidlerová J, Tůmová P, Rokyta R, Hromádka M : Factors influencing the accuracy of non-invasive blood pressure measurements in patients admitted for cardiogenic shock. *BMC Cardiovasc Disord* 2019 ; 19 : 150
- 76) Lakhal K, Ehrmann S, Boulain T : Noninvasive BP Monitoring in the Critically Ill : Time to Abandon the Arterial Catheter? *Chest* 2018 ; 153 : 1023-1039
- 77) Raffman A, Shah U, Barr JF, et al : Predictors of clinically relevant differences between noninvasive versus arterial blood pressure. *Am J Emerg Med* 2021 ; 43 : 170-174
- 78) Kamboj N, Chang K, Metcalfe K, et al : Accuracy and precision of continuous non-invasive arterial pressure monitoring in critical care : A systematic review and meta-analysis. *Intensive Crit Care Nurs* 2021 ; 67 : 103091
- 79) Tran QK, Mester G, Bzhilyanskaya V, et al : Complication of vasopressor infusion through peripheral venous catheter : A systematic review and meta-analysis. *Am J Emerg Med* 2020 ; 38 : 2434-2443
- 80) Jentzer JC, Van Diepen S, Patel PC, et al : Serial Assessment of Shock Severity in Cardiac Intensive Care Unit Patients. *J Am Heart Assoc* 2023 ; 12 : e032748
- 81) Taleb I, Koliopoulou AG, Tandar A, et al : Shock team approach in refractory cardiogenic shock requiring short-term mechanical circulatory support : a proof of concept. *Circulation* 2019 ; 140 : 98-100
- 82) Tehrani BN, Truesdell AG, Sherwood MW, et al : Standardized team-based care for cardiogenic shock. *J Am Coll Cardiol* 2019 ; 73 : 1659-1669
- 83) Papalos AI, Kenigsberg BB, Berg DD, et al : Management and Outcomes of Cardiogenic Shock in Cardiac ICUs With Versus Without Shock Teams. *J Am Coll Cardiol* 2021 ; 78 : 1309-1317
- 84) Hérion FX, Beurton A, Oddos C, et al : Multidisciplinary cardiogenic shock team approach improves the long-term outcomes of patients suffering from refractory cardiogenic shock treated with short-term mechanical circulatory support. *Eur Heart J Acute Cardiovasc Care* 2023 ; 12 : 821-830
- 85) Bernhardt AM, Copeland H, Deswal A, et al : The International Society for Heart and Lung Transplantation/Heart Failure Society of America Guideline on Acute Mechanical Circulatory Support. *J Card Fail* 2023 ; 29 : 304-374
- 86) Sakamoto T, Morimura N, Nagao K, et al : Extracorporeal cardiopulmonary resuscitation versus conventional cardiopulmonary resuscitation in adults with

- out-of-hospital cardiac arrest : a prospective observational study. *Resuscitation* 2014 ; **85** : 762-768
- 87) Nakashima T, Noguchi T, Tahara Y, et al : Patients With Refractory Out-of-Cardiac Arrest and Sustained Ventricular Fibrillation as Candidates for Extracorporeal Cardiopulmonary Resuscitation- Prospective Multi-Center Observational Study. *Circ J* 2019 ; **83** : 1011-1018
 - 88) Yannopoulos D, Bartos J, Raveendran G, et al : Advanced reperfusion strategies for patients with out-of-hospital cardiac arrest and refractory ventricular fibrillation (ARREST) : a phase 2, single centre, open-label, randomised controlled trial. *Lancet* 2020 ; **396** : 1807-1816
 - 89) Neumann FJ, Sousa-Uva M, Ahlsson A, et al : 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization. *Eur Heart J* 2019 ; **40** : 87-165
 - 90) Cannon CP, Gibson CM, Lambrew CT, et al : Relationship of symptom-onset-to-balloon time and door-to-balloon time with mortality in patients undergoing angioplasty for acute myocardial infarction. *JAMA* 2000 ; **283** : 2941-2947
 - 91) Kapur NK, Alkhouli MA, DeMartini TJ, et al : Unloading the Left Ventricle Before Reperfusion in Patients With Anterior ST-Segment-Elevation Myocardial Infarction. *Circulation* 2019 ; **139** : 337-346
 - 92) Swain L, Reyelt L, Bhav S, et al : Transvalvular Ventricular Unloading Before Reperfusion in Acute Myocardial Infarction. *J Am Coll Cardiol* 2020 ; **76** : 684-699
 - 93) Miyashita S, Banlengchit R, Marbach JA, et al : Left Ventricular Unloading Before Percutaneous Coronary Intervention is Associated With Improved Survival in Patients With Acute Myocardial Infarction Complicated by Cardiogenic Shock : A Systematic Review and Meta-Analysis. *Cardiovasc Revasc Med* 2022 ; **39** : 28-35
 - 94) Shah MR, Hasselblad V, Stevenson LW, et al : Impact of the pulmonary artery catheter in critically ill patients : meta-analysis of randomized clinical trials. *JAMA* 2005 ; **294** : 1664-1670
 - 95) Cecconi M, De Backer D, Antonelli M, et al : Consensus on circulatory shock and hemodynamic monitoring. Task force of the European Society of Intensive Care Medicine. *Intensive Care Med* 2014 ; **40** : 1795-1815
 - 96) Garan AR, Kanwar M, Thayer KL, et al : Complete Hemodynamic Profiling With Pulmonary Artery Catheters in Cardiogenic Shock Is Associated With Lower In-Hospital Mortality. *JACC Heart Fail* 2020 ; **8** : 903-913
 - 97) Chow JY, Vadakken ME, Whitlock RP, et al : Pulmonary artery catheterization in patients with cardiogenic shock : a systematic review and meta-analysis. *Can J Anaesth* 2021 ; **68** : 1611-1629
 - 98) Saxena A, Garan AR, Kapur NK, et al : Value of Hemodynamic Monitoring in Patients With Cardiogenic Shock Undergoing Mechanical Circulatory Support. *Circulation* 2020 ; **141** : 1184-1197
 - 99) McGuigan PJ, Giallongo E, Blackwood B, et al : The effect of blood pressure on mortality following out-of-hospital cardiac arrest : a retrospective cohort study of the United Kingdom Intensive Care National Audit and Research Centre database. *Crit Care* 2023 ; **27** : 4
 - 100) Kjaergaard J, Møller JE, Schmidt H, et al : Blood-Pressure Targets in Comatose Survivors of Cardiac Arrest. *N Engl J Med* 2022 ; **387** : 1456-1466
 - 101) Tehrani BN, Truesdell AG, Psotka MA, et al : A Standardized and Comprehensive Approach to the Management of Cardiogenic Shock. *JACC Heart Fail* 2020 ; **8** : 879-891
 - 102) Zeymer U, Bueno H, Granger CB, et al : Acute Cardiovascular Care Association position statement for the diagnosis and treatment of patients with acute myocardial infarction complicated by cardiogenic shock : A document of the Acute Cardiovascular Care Association of the European Society of Cardiology. *Eur Heart J Acute Cardiovasc Care* 2020 ; **9** : 183-197
 - 103) Boucly A, Beurnier A, Turquier S, et al : Risk stratification refinements with inclusion of haemodynamic variables at follow-up in patients with pulmonary arterial hypertension. *Eur Respir J* 2024 ; **64** : 2400197
 - 104) Forrester JS, Diamond G, Chatterjee K, Swan HJ : Medical therapy of acute myocardial infarction by application of hemodynamic subsets (first of two parts). *N Engl J Med* 1976 ; **295** : 1356-1362
 - 105) Mendoza DD, Cooper HA, Panza JA : Cardiac power output predicts mortality across a broad spectrum of patients with acute cardiac disease. *Am Heart J* 2007 ; **153** : 366-370
 - 106) Fincke R, Hochman JS, Lowe AM, et al : Cardiac power is the strongest hemodynamic correlate of mortality in cardiogenic shock : a report from the SHOCK trial registry. *J Am Coll Cardiol* 2004 ; **44** : 340-348
 - 107) Gallet R, Lellouche N, Mitchell-Heggs L, et al : Prognosis value of central venous oxygen saturation in acute decompensated heart failure. *Arch Cardiovasc Dis* 2012 ; **105** : 5-12
 - 108) Basir MB, Kapur NK, Patel K, et al : Improved Outcomes Associated with the use of Shock Protocols : Updates from the National Cardiogenic Shock Initiative. *Catheter Cardiovasc Interv* 2019 ; **93** : 1173-1183
 - 109) Halkin A, Stone GW, Grines CL, et al : Prognostic implications of creatine kinase elevation after primary percutaneous coronary intervention for acute myocardial infarction. *J Am Coll Cardiol* 2006 ; **47** : 951-961
 - 110) Tehrani BN, Sherwood MW, Rosner C, et al : A Standardized and Regionalized Network of Care for Cardiogenic Shock. *JACC Heart Fail* 2022 ; **10** : 768-781
 - 111) Lu DY, Adelsheimer A, Chan K, et al : Impact of hospital transfer to hubs on outcomes of cardiogenic



- shock in the real world. *Eur J Heart Fail* 2021 ; **23** : 1927-1937
- 112) Dalby M, Kharbanda R, Ghimire G, et al : Achieving routine sub 30 minute door-to-balloon times in a high volume 24/7 primary angioplasty center with autonomous ambulance diagnosis and immediate catheter laboratory access. *Am Heart J* 2009 ; **158** : 829-835
- 113) Bonnefoy-Cudraz E, Bueno H, Casella G, et al : Editor's Choice - Acute Cardiovascular Care Association Position Paper on Intensive Cardiovascular Care Units : An update on their definition, structure, organisation and function. *Eur Heart J Acute Cardiovasc Care* 2018 ; **7** : 80-95
- 114) Chen EW, Canto JG, Parsons LS, et al : Relation between hospital intra-aortic balloon counterpulsation volume and mortality in acute myocardial infarction complicated by cardiogenic shock. *Circulation* 2003 ; **108** : 951-957
- 115) Na SJ, Park TK, Lee GY, et al : Impact of a cardiac intensivist on mortality in patients with cardiogenic shock. *Int J Cardiol* 2017 ; **244** : 220-225