—A TRANSLATION FROM ENGLISH COMMISSIONED BY THE ANESTHESIA PATIENT SAFETY FOUNDATION—

APSF.ORG

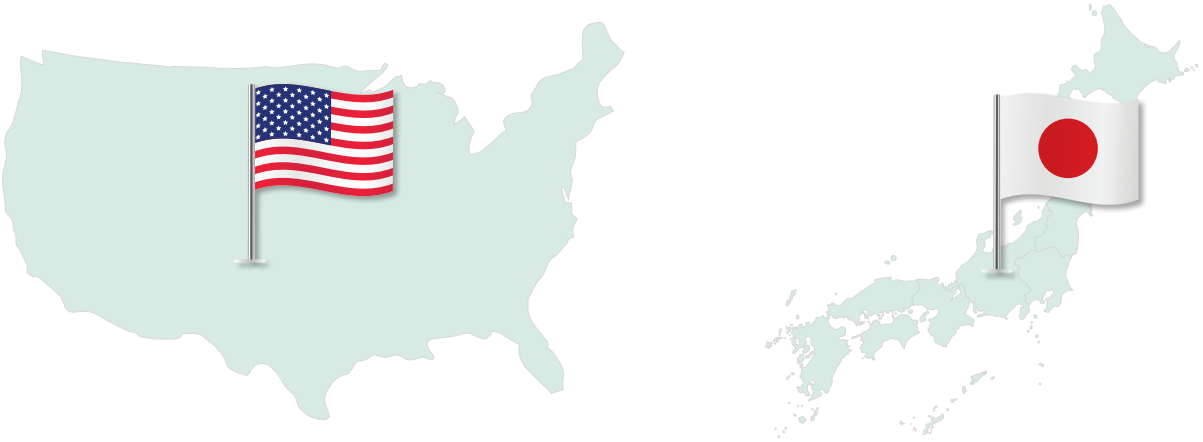
ニュースレター

THE OFFICIAL JOURNAL OF THE ANESTHESIA PATIENT SAFETY FOUNDATION

世界中で年間 700,000 人以上の購読者

Vol. 7 No. 2 Japanese Edition 2024年6月

Anesthesia Patient Safety Foundation (APSF)は、日本麻酔科学会(JSA)と提携し、日本語版APSFニュースレターを作成し、配布することにしました。JSAの安全委員会がこの企画を担当します。共通した目標は、周術期の患者安全に対する教育を改善することです。麻酔患者の安全に対する国際的な意見交換を歓迎します。



APSF Newsletter Japanese Edition Editorial Representatives from Japan:

Kazuya Sobue, MD, PhD
Editor
Professor and Chair, Department of Anesthesiology and Intensive Care Medicine Nagoya City University Graduate School of Medicine

Tomohiro Sawa, MD, PhD
Editor
Professor, Teikyo University Medical Information and System Research Center Department of Anesthesia, Teikyo University School of Medicine

Izumi Kawagoe, MD, PhD
Editor
Professor and Chair Department of Anesthesiology and Pain Medicine Juntendo University, Graduate school of Medicine, Faculty of Medicine

Hiroki Iida, MD, PhD
Editor
Professor Emeritus, Gifu University General Manager Anesthesiology and Pain Relief Center Central Japan International Medical Center

Kumiko Tanabe, MD, PhD
Assistant Editor
Department of Anesthesiology and Pain Medicine Gifu University Graduate School of Medicine

Atsushi Yasuda, MD
Assistant Editor
Department of Anesthesiology Teikyo University School of Medicine

Yohei Fujimoto, MD, PhD
Assistant Editor
Department of Anesthesiology Osaka Metropolitan University Graduate School of Medicine

Yoshiki Sento, MD, PhD
Assistant Editor
Department of Anesthesiology Tokyo Medical and Dental University Graduate School of Medical and Dental Sciences

Yoko Sakai, MD, PhD
Assistant Editor
Division of Anesthesiology, Tokushima University Hospital

Masataka Fukuda, MD, PhD
Assistant Editor
Department of Anesthesiology and Pain Medicine Juntendo University, Faculty of Medicine

APSF Newsletter Japanese Edition Editorial Representatives from U.S.:

Steven Greenberg, MD, FCCP, FCCM
Editor, APSF Newsletter
Clinical Professor, Department of Anesthesiology/Critical Care at the University of Chicago, Chicago, IL.
Editor, APSF Newsletter Clinical Professor, Department of Anesthesiology/Critical Care at the University of Chicago, Chicago, IL.

Jennifer Banayan, MD
Editor, APSF Newsletter
Associate Professor, Department of Anesthesiology, Northwestern University Feinberg School of Medicine, Chicago, IL.

Edward Bittner, MD, PhD
Associate Editor, APSF Newsletter
Associate Professor, Anaesthesia, Harvard Medical School
Department of Anesthesiology, Massachusetts General Hospital, Boston, MA

Felipe Urdaneta, MD
Professor of Anesthesiology at University of Florida/North Florida/ South Georgia Veterans Health System (NFSGVHS)
Gainesville, FL

Anesthesia Patient Safety Foundation

創設後援者（$340,000）
American Society of Anesthesiologists（asahq.org）

2024 Corporate Advisory Council Members（2024年3月11日現在）

プラチナ（$50,000）

Eagle Pharmaceuticals (eagleus.com)
Edwards Lifesciences (edwards.com)
Fresenius Kabi（fresenius-kabi.us）
GE Healthcare (gehealthcare.com)
Vertex Pharmaceuticals (vrtx.com)

ゴールド（$30,000）

BD
Blink Device Company
ICU Medical
Medtronic
Nihon Kohden America
Preferred Physicians Medical Risk Retention Group

シルバー（$15,000）

Dräger
IntelliGuard

ブロンズ（$10,000）

Merck
Senzime

APSF/Medtronic Patient Safety Research Grant（$ 150,000）へのご支援と資金提供に対し、Medtronicに特別な認識と感謝の意を表します。

所属組織からのAPSFミッションの支援方法と2024 Corporate Advisory Councilへの参加方法の詳細は、apsf.orgにアクセスまたはSara Moser (moser@apsf.org) までご連絡ください。

団体資金供与者（専門機関、麻酔グループ、ASA State Component Societies、個人を含む）

専門機関

$2,000～$4,999
Society of Academic Associations of Anesthesiology and Perioperative Medicine

$750～$1,999
American Osteopathic College of Anesthesiologists
American Society of Dentist Anesthesiologists
Florida Academy of Anesthesiologist Assistants
Society for Ambulatory Anesthesia (SAMBA)
Society for Pediatric Anesthesia

$200～$749
Association of Anesthesiologist Assistant Education Program（2023 AA Student Poster Competition勝者に敬意を表して: Alexandria Jenkins, University of Colorado, Denver COとファイナリスト:Izabelle Manning, Indiana University School of Medicine, Indianapolis IN; Erin Daniel, University of Colorado, Denver CO; Amy Sirizi, Emory University, Atlanta GA; Caleb Hopkins, CAAを追悼して）

麻酔グループ

$15,000以上
North American Partners in Anesthesia
US Anesthesia Partners

$5,000～$14,999
Associated Anesthesiologists, PA
Frank Moya継続教育プログラム（Dr. Frank Moyaを追悼して）
NorthStar Anesthesia
TeamHealth

$2,000～$4,999
C8 Health
Madison Anesthesiology Consultants, LLP

$750～$1,999
Spectrum Healthcare Partners, PA

ASA State Component Societies

$5,000～$14,999
Minnesota Society of Anesthesiologists

$2,000～$4,999
Michigan Society of Anesthesiologists
New York State Society of Anesthesiologists

$750～$1,999
District of Columbia Society of Anesthesiologists
Florida Society of Anesthesiologists
Georgia Society of Anesthesiologists
Illinois Society of Anesthesiologists
Iowa Society of Anesthesiologists
Kentucky Society of Anesthesiologists
Nebraska Society of Anesthesiologists
Ohio Society of Anesthesiologists
Oregon Society of Anesthesiologists
Pennsylvania Society of Anesthesiologists

$200～$749
Colorado Society of Anesthesiologists
Connecticut State Society of Anesthesiologists
Mississippi Society of Anesthesiologists
New Jersey State Society of Anesthesiologists
Texas Society of Anesthesiologists（Tajdin R. Popatia, MDとPaul R. Hummell, MDを追悼して）

個人

$15,000以上
Steven J. Barker, MD, PhD

$5,000～$14,999
匿名
Isabel Arnone（Lawrence J. Arnone, MDに敬意を表して）
Daniel J. Cole, MD
Jeffrey and Debra Feldman
James J. Lamberg, DO, FASA
Thomas L. Warren, MD（Frank Rinaldo, MDを追悼して）
Mary EllenとMark Warner

$2,000～$4,999
Robert A. Caplan, MD（Dr. Robert Stoeltingに敬意を表して）
Fred Cheney, MD
Jeffrey B. Cooper, PhD
Steven Greenberg, MD
Eric P. Ho, MD
May Pian-Smith, MD, MS（Jeffrey Cooper, PhDに敬意を表して）
Dr. XimenaとDr. Daniel Sessler

$750～$1,999
Donald E. Arnold, MD, FASA
Douglas R. Bacon, MD, MA（Mark Warnerに敬意を表して）
Doug and Jennifer Bartlett（Diana Davidson, CRNAを追悼して）
Casey D. Blitt, MD
Frank and Amy Chan（Peter McGinn, MDを追悼して）
Dr. Robert and Mrs. Jeanne Cordes
Timothy Dowd, MD
Kenechi Ebede
Thomas Ebert, MD
Alexander Hannenberg, MD
Gary and Debra Haynes
Marshal B. Kaplan, MD and Pamela Fenton, MD（Debbie, AmandaとMaxwellを追悼して）
Catherine Kuhn, MD
Meghan Lane-Fall, MD, MSHP
Joshua Lea, CRNA
Alaric C. LeBaron
Mark C. Norris, MD
James M. Pepple, MD
Elizabeth Rebello, MD
Reede Family（APSF Family, past, present, and futureに敬意を表して）
Dru Riddle
Ty A. Slatton, MD, FASA
Robert K. Stoelting, MD
Brian Thomas, JD
Butch Thomas（Bob Stoeltingに敬意を表して）
Dr. Donald C. Tyler

$200～$749
Arnoley Abcejo, MD
Aalok Agarwala, MD, MBA
Shane Angus, CAA, MSA
Valerie Armstead
Marilyn L. Barton（Darrell Bartonを追悼して）
John Beard, MD
William A. Beck, MD, FASA
Drs. David and Samantha Bernstein
Charles and Celeste Brandon（Steven Greenberg, MDとJennifer Banayan, MDに敬意を表して）
Joseph W. Carter
Laura Cavallone, MD
Dr. Dante A. Cerza
Alexander Chaikin
Dr. Cooper C. Chao
Marlene V. Chua, MD
Jonathan B. Cohen, MD
Heather Ann Columbano
Eileen Csontos（Dr. Patrick Schaferを追悼して）
Robert A. Daniel
John K. DesMarteau, MD
Andrew E. Dick, MD
James F. Doebele, MD
James DuCanto, MD
Steven B. Edelstein, MD, FASA
Mike EdensとKatie Megan
Mary AnnとJan Ehrenwerth, MD
Thomas R Farrell, MD
Jim Fehr
Ronald George, MD
Ian J. Gilmour, MD
James GrantとLisa Grant
Allen N. Gustin, MD
Ronald Hasel, MD, BSc, DABA, FRCPC
John F. Heath, MD
Steve HowardとJenifer Damewood
Jeffrey Huang, MD
Kevin Jenner
Rebecca L. Johnson, MD
Laurence A. Lang, MD
Ruthie Landau Cahana, MD
Sheldon Leslie
Michael Lewis（Jeff Apfelbaum, MDに敬意を表して）
Della M. Lin, MD
Kevin Lodge
Michael Loushin
Linda S. Magill, MD（Baylor College of Medicine Anesthesia Faculty-Class of 1991に敬意を表して）
Elizabeth Malinzak, MD
Christina Matadial, MD
Edwin Mathews, MD
Stacey Maxwell
Russell K. McAllister, MD
Gregory McComas
Roxanne McMurray
Jay Mesrobian
Emily Methangkool, MD
Jonathan Metry, MD
Tricia Meyer, PharmD, MS, FASHP, FTSHP
Piotr Michalowski
Sara Moser
Joseph Naples, MD（Dr. Carl Hugを追悼して）
Michael A. Olympio, MD
Dr. Fredrick Orkin
Frank Overdyk, MD（Anders Pedersonを追悼して）
Amy Pearson, MD（Stacey Maxwellに敬意を表して）
Lee S. Perrin, MD
Gregory Pivarunas
Paul Pomerantz
Scott A. Schartel
Scott Segal
Adam Setren, MD
David A. Shapiro, MDとSharon L. Wheatley
Emily Sharpe, MD
Stephen J. Skahen, MD
Brad Steenwyk
Samuel Tirer
Andrea Vannucci
Matthew B. Weinger, MD
Andrew Weisinger
ShannonとYan Xiao
Zheng Xie
John V. Zipper, MD
Toni Zito

Legacy Society

https://www.apsf.org/donate/legacy-society/

Steve and Janice Barker
Dan and Cristine Cole
Karma and Jeffrey Cooper
Burton A. Dole, Jr.
Dr. John H.とMrs. Marsha Eichhorn
Jeff and Debra Feldman
David Gaba, MDとDeanna Mann
Dr. Alex HannenbergとDr. Carol Hannenberg
Dr. Joy L. HawkinsとDr. Randall M. Clark
Dr. Eric HoとMarjorie Ho
Dr. Michael OlympioとDr. Georgia Olympio
Lynn and Fred Reede
Bill, Patty, Curran Reilly
DruとAmie Riddle
Steven Sanford
Dr. Ephraim S.（Rick）とEileen Siker
Robert K. Stoelting, MD
Brian J. Thomas, JDとKeri Voss
Mary EllenとMark Warner
Dr. Susan WatsonとDr. Don Watson
Matthew B. Weinger, MDとLisa Price

注：ご寄付はいつでも歓迎します。寄付方法：オンライン（https://www.apsf.org/donate_form.php）またはAPSF, P.O. Box 6668, Rochester, MN 55903まで郵送
（資金供与者：2022年4月1日～2024年3月31日現在のもの。）

目次

記事:

術中低血圧：麻酔専門家に対する公共の安全に関するお知らせ 16ページ

ビッグデータツールと機械学習の活用によって周術期の品質向上、研究、患者安全を向上させる進化するフレームワーク 20ページ

RAPID Response：パルスオキシメータ測定脈拍数：何を測定しているのか? 25ページ

RAPID Response：生理的脈拍がないときに表示されるパルスオキシメータからの脈拍数と可聴音 - Masimo応答 27ページ

APSFのお知らせ:

APSF 寄付ページ 14ページ

投稿規定 15ページ

職場の暴力ビデオがオンラインで視聴可能 24ページ

Legacy Societyメンバーに関するスポットライト 29ページ

APSF Newsletterが世界に届く 30ページ

2024年理事会メンバーおよび委員会メンバー: ..... https://www.apsf.org/about-apsf/board-committees/

投稿規定

特定要件に関するより詳細な投稿規定はこちら：https://www.apsf.org/authorguide

APSF Newsletter麻酔患者安全財団の公報です。さまざまな麻酔専門家、周術期医療提供者、主要な業界の代表者、リスク管理者へ幅広く配布されています。したがって、私たちは、患者の安全に対する集学的で専門的なアプローチを強調し、それらを含む記事の出版を強く推奨します。年に3回（2月、6月、10月）発行されます。**各号の締め切りは次のとおりです。1）2月号：11月10日、2）6月号：3月10日、3）10月号：7月10日。**ニュースレターの内容は通常、麻酔に関連した周術期の患者の安全性に焦点を当てています。内容に関する決定および投稿原稿の出版の査読は、編集者の責任となります。

1. すべての提出物は次の宛先に電子メールで提出して下さい newsletter@apsf.org.
2. 投稿原稿のタイトル、著者の氏名、所属、各著者の利益相反に関する声明を記載したタイトルページを含めてください。さらに、APSF患者安全優先リストより論文の提出内容と一致する主要なキーワードを入力してください。2ページ目には原稿のタイトルを記載し、タイトルの下に「作成者」という言葉の後に著者全員と学位を記載してください。
3. 投稿内容の要約（3〜5文）を含めてください。これは、記事の紹介としてAPSFウェブサイト上で使用されます。
4. すべての投稿は、Microsoft WordでTimes New Roman、ダブルスペース、文字サイズ12で作成してください。
5. 原稿にページ番号を記載してください。
6. 参考文献は、米国医師会の引用スタイルに従ってください。
7. 参考文献は、原稿テキスト内に上付き数字として記載してください。
8. 原稿の参考文献用にEndnoteまたは別のソフトウェアツールを使用する場合は、タイトルページに記載してください。
9. 著者は、他の場所に表示されている直接の引用、表、図、またはイラストを使用するには、著作権所有者からの書面による許可を提出と出典に関する完全な詳細が必要です。著作権所有者が要求する可能性がある許可料は、APSFではなく、転載する資料の使用を要求する著者の責任です。未発表の図は著者の許可が必要です。

記事の種類には、(1) 総説、Pro/Conディベート、エディトリアル、(2) Q&A、(3) 編集者への手紙、(4) Rapid Responseが含まれます。

1. 総説、賛否両論ディベート、エディトリアルは原著。患者の安全性の問題に焦点を合わせ、適切な参考文献を引用する必要がある。記事は2,000語までに収まるようにし、参考文献数は25件以下にしてください。図や表を含めることを強く推奨します。
2. 読者からのQ&A記事は、麻酔患者の安全性に関する質問に関して豊富な知識を持つ専門家や指定コンサルタントに提出され、回答が提供される。記事は750語までに収まるようにしてください。
3. 編集者への手紙は受け付けていますが、500語以内に収まるようにして下さい。必要に応じて参考文献を含めてください。
4. 「読者からの質問」に対するRapid Responseは、以前は「安全情報対応システム」であった「Dear SIRS」として知られており、読者が提起した技術関連の安全性懸念事項をメーカーや業界の代表者のインプットおよび対応と共に迅速に伝達するコラムです。APSF技術委員会の現委員長であるJeffrey Feldman, MDがコラムを監督し、読者からの問い合わせや業界からの回答を調整しています。

商用製品はAPSFニュースレターでは宣伝・承認されません。ただし、編集者からの特別な理由により、特定の新規かつ重要な安全関連の技術進歩に関する記事は公開される場合があります。著者は技術や商用製品との商業的関係や経済的利害関係を持ってはいけません。

掲載が承認された場合、承認された記事の著作権はAPSFに移ります。APSF Newsletterの記事、図、表、またはコンテンツの複製は、APSFの許可を得てください。

質問はnewsletter@apsf.org宛にご連絡ください。

—A TRANSLATION FROM ENGLISH COMMISSIONED BY THE ANESTHESIA PATIENT SAFETY FOUNDATION—

16ページ

APSF.ORG

ニュースレター

THE OFFICIAL JOURNAL OF THE ANESTHESIA PATIENT SAFETY FOUNDATION

引用：Yerdon A, Sherrer DM, Chappell D. Intraoperative hypotension: a public safety announcement for anesthesia professionals. APSF Newsletter.2024;39:42–45.

術中低血圧：麻酔専門家に対する公共の安全に関するお知らせ

Amy Yerdon, DNP, MNA, CRNA, CNE, CHSE; D. Matthew Sherrer, MD, MBA, FASA, FAACD; Desireé Chappell, MSNA, CRNA, FAANA著

患者から麻酔専門家によくある要望は、「十分注意してほしい」というものである。私たちは自信を持って「そうします」と答えるかもしれないが、多くの麻酔専門家は、術中低血圧（intraoperative hypotension, IOH）と患者の合併症および死亡率に関連するデータが増えていることに気づいていない可能性がある。IOHと負の術後転帰との関連を裏付ける証拠が増えている。最も顕著なのは急性腎障害（acute kidney injury, AKI）、非心臓手術後の心筋障害、死亡である。[1-9] 最近の研究ではIOHとせん妄、脳卒中、再入院との関連性も示されている。[1,4,9-11] IOHに関連する合併症は、患者と医療システムに広範囲にわたる影響を及ぼす。急性腎障害だけでも、脳卒中、心筋障害、慢性腎臓病などのさらなる合併症発症、入院死亡率および1年以内の死亡率、さらには入院期間、医療資源の利用、医療費増加に関連している。[4,12,13] 麻酔専門家は、特に術後の転帰データを受け取っていない場合、これらの憂慮すべき転帰に気づいていない可能性がある。研究結果は患者への危害を避けるために、IOHを減らす必要があることを示唆している。

術中低血圧は、臓器灌流低下につながる「安全な閾値」を下回る血圧（blood pressure, BP）として定義できる。[1-9] IOH発生率は、使用される定義によって異なり、血圧低下とその低下期間の両方が含まれる場合いがある。IOHとAKIおよび心筋障害の転帰との関係を評価した研究では、[2] ベースラインからの相対的な低下（術前血圧の20%低下）と、絶対閾値の低下の両方をIOHと定義し評価した。絶対閾値と相対閾値が、心筋障害または腎障害を起こす患者と起こさない患者を判別するのに同等であることを見出し、絶対閾値が使用できることを示唆している。平均動脈圧（Mean arterial pressures, MAP）< 65 mmHgが1分間続くことは、AKIおよび心筋障害のリスク上昇と関連していた。[2] AKIおよび心筋障害の発症リスクは、IOH持続時間が長くなるほど増加した。[2] この知見からは、IOHは65 mmHg未満のMAPが少なくとも1分間続くことと定義された。[2]

2017年から2022年末までに発行されたIOHに関する入手可能な文献を、関連する最近の研究と合わせてレビューしたところ、IOHの最も一般的な定義は、いずれかの時点でMAP < 65 mmHg[1,4,6,10,14-18]、あるいは65 mmHgが1分以上であることが示唆されている。[8,10,19-26] この絶対MAP閾値を使用するとIOHは驚くほど一般的に起きている。22,000人を超える患者を対象とした最近の多施設共同後方視的観察研究では、非心臓手術患者の88%が少なくとも1回のIOHエピソードを経験し、平均28.2分であった（表1）。[27] 11件の医療センターで、IOH対策に大きなばらつきがあることが指摘され、IOHに対する医療提供者の許容範囲に差があることが示唆された。[27]

表1：4研究間のIOH発生率の比較

IOH発生率（MAP < 65 MMHG）					
	Gregory[1]	Chiu[6]	Saasouh[30]	Shah[27]	
患者（n）	368,222	32,250	127,095	22,100	
IOHの時間	少なくとも1回の読み取り	少なくとも1回の読み取り	15分以上	1分以上	10分以上
IOHを起こした患者	19.3%	*	29%	88%	31%
平均時間（分）	22	23.9	36.2	28.2	

*研究では示されていない。

The Centers for Medicare and Medicaid Services（CMS）は、Merit-Based Incentive Payment System（MIPS:医療において、医師への償還方式に関して、当事者のインセンティブに着目して報酬を与える償還方式）の基準として、65 mmHg未満のMAPが15分以上続くことと定義した新しいIOH品質基準を認めている。[28] 全体的なIOH測定スコアが低いほど、定義されたMAPよりも低値の時間が短いことを示す。[28] MIPSスコアは、品質、改善活動、相互運用性の促進、およびコストのパフォーマンス測定に基づいて合計される。ePreop[31]測定は、MIPSスコアの品質部分に提出できる6つの麻酔に関する測定項目のうちの1つである。[28,29] 最終MIPSスコアによって、メディケアパートBの請求に適用される支払いが決定される。[29] CMSのMIPSのIOH定義を使用した最近の研究では、ある集団の麻酔業務におけるIOH発生率は、非心臓手術では29%であった。[30] この研究では、臨床医の間でIOH発生率が異なることが判明し、IOH管理における対応のばらつきの減少を促進する必要性の証拠が追加された。[14,30,31] 著者らはIOHを改善可能なリスクと考え、IOHへの慣れを減らすために、品質改善の取り組みを進めることを提案した。[30]

IOHの定義に関係なく、共通の課題は、低血圧の程度がより重度であり、低血圧の累積時間が長いほど、患者の合併症および死亡率の増加と関連しているということである。多くの研究は、長時間のMAP < 65 mmHgまたは時間にかかわらずMAP ≤ 55 mmHgは、予後不良リスクの増加と関連していることを示している。[1-3,9,16,17,32] したがって、簡単に言えば、我々はIOHの発生、重症度、期間を最小限に抑える**必要がある**。

アームカフを使用した従来の間欠的な血圧（intermittent oscillometric BP, IOBP）測定法を使用する場合、IOHを減らすのは困難かもしれない。IOBP測定では、血圧変化や低血圧エピソードの検出の遅れまたは見逃し、血行動態の極端な上昇時の不正確さ、低血圧時の血圧の過大評価があり、その結果、実際よりも重篤なエピソードが発生する可能性がある。[19,33] IOBPによる測定で低血圧イベントを見逃す可能性は、設定した測定頻度や生理学的モニターの基本設定によって異なる。ある最近の研究では、IOBP測定の最も一般的な設定頻度は2～5分ごとであることが判明した。[25] これらの頻度では、測定間の低血圧が検出されずに蓄積され、患者が危害を被るリスクが増大する可能性があり、連続的にモニタリングすることで最小限にすることができる。[15,19,25]

臨床医はIOH発生、重症度、時間を最小限に抑えるべきである

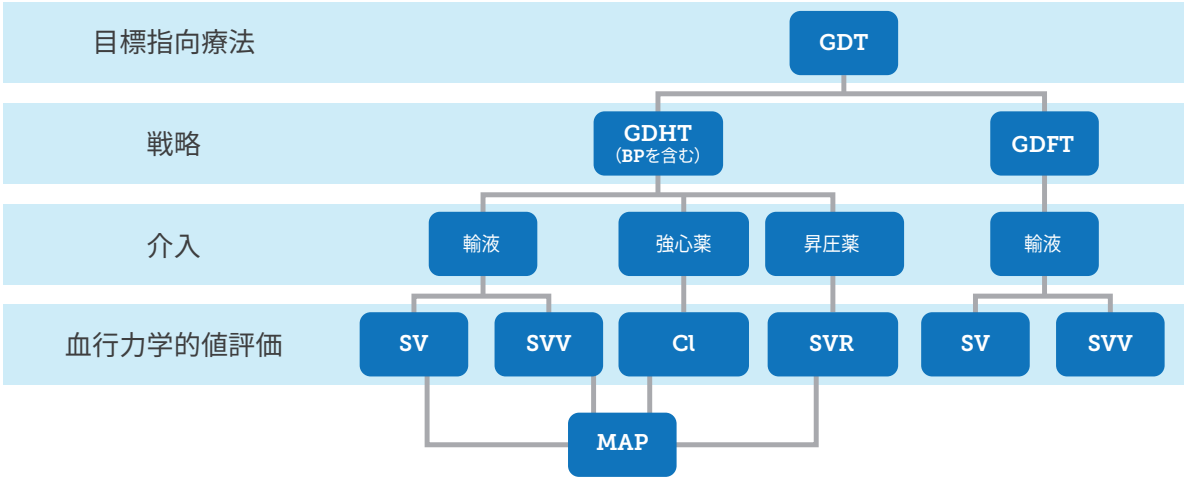


図1：GDHT戦略とGDFT戦略を概念的に統合した結果として得られるGDT戦略の構成要素と、特定の目標に向かった介入を導く血行動態値の図。

GDT: Goal-directed therapy（目標指向療法）；GDHT: Goal-directed hemodynamic therapy（目標志向型循環管理）；GDFT: Goal-directed fluid therapy（目標指向型輸液療法）；SV: Stroke volume（一回拍出量）；SVV: Stroke volume variation（一回拍出量変動）；CI: Cardiac index（心係数）；SVR: Systemic vascular resistance（末梢血管抵抗）；MAP: Mean arterial pressure（平均動脈圧）

新たな研究では、連続的な血圧モニタリングの使用を支持しており、血圧変動の減少[16]、血行動態の安定性向上[33]、IOBPによって見逃された低血圧エピソードの検出[19]、IOHの早期発見と治療[15,25]、およびIOHの全体的な減少など、IOBPを超えるいくつかの利点があるとしている。[15,19,25,33] 連続的な血圧モニタリングは、動脈圧モニタリングを使用して侵襲的に行うことができるが、感染、神経損傷、血栓、仮性動脈瘤などのリスクが伴う。[25] 指カフを使用した連続的な非侵襲性血圧モニタリングは、侵襲的動脈圧測定に関連するリスクを回避し、同等のMAP値を提供できる。[25,33] この技術の限界としては、IOBPに比べて追加コストがかかること、高齢患者やアテローム性動脈硬化症患者では精度が低下する可能性があることが挙げられる。[25,34,35] 最近の研究で報告されている非侵襲的指カフは、指の動脈にかかるカフの圧力を変化させて一定の容積を維持するボリュームクランプ技術を採用している。[25,33] 指の動脈圧は動脈波形に再構築され、脈波解析が可能となり、IOHの原因の特定に役立つ高度な血行力学変数（例:一回拍出量、心拍出量、一回拍出量変動）が得られる。[25] 非侵襲的指カフは、外科手術中に動脈血サンプルが必要ない場合、連続的な血圧モニタリングに適した選択枝となる。[33]

不適切な輸液や昇圧薬の使用は臓器血流低下引き起こし、臓器障害を引き起こす可能性があり、これらの問題を回避するための計画的戦略の重要性が強調されている。[1,3,6,7,12,32] Ariyarathnaらは、IOHとは関係なく、昇圧薬の大量使用と術後 AKI との関係を報告した。[12] 別の研究では、ERAS プロトコルによる水分制限の実施が術後低血圧の大幅な増加と関連していることが示唆された。[31] この研究では、術後低血圧となった患者はまた、顕著なIOHを経験しており、術中輸液総量が少なかった。32,000人を超える腹部手術患者を対象とした、Multicenter Perioperative Outcomes Group（MPOG）施設からの、過去5年間の多施設共同後方視的研究では、全体的なIOHの減少にも関わらず、AKI発生率の増加が観察された。更に、[6] 術中の輸液投与量の減少と昇圧薬の使用増加があり、どちらもAKI発生率の増加と関連していた。晶質液の投与量が1 mL/kg/hrから10 mL/kg/hrに増加すると、AKIリスクが58%減少した。この劇的な結果は、輸液投与量を最小限に抑えながら血圧を維持するために昇圧薬に依存すると、すでに損なわれている内臓や腎臓の灌流が低下し、腸閉塞、術後の悪心や嘔吐、手術部位感染症、AKIなど医原性の有害事象を引き起こす可能性があるという生理学的概念を裏付けるものである。[6,7,12,36]

IOHの原因は多因子であり、心筋収縮力の低下、血管拡張、循環血液量減少、徐脈、心腔の外因性圧迫（心嚢液貯留や気胸など）または複数の血行力学的変化によって説明される「混合型」が含まれる。[8,18] 高度な血行力学変数（例:一回拍出量、心拍出量、一回拍出量変動）を提供するモニターの使用は、低血圧の予防、診断、治療に有益である可能性がある。[8]介入は、単に生理学的モニターに表示されるMAP数値を改善するのではなく、目標指向療法（goal-directed therapy, GDT）戦略を使用して、IOHの根本原因に的を絞ることができる。

GDTという用語は、高度な血行力学モニターを使用して、輸液、強心薬、昇圧薬を最適なタイミングで最適に投与することを表す包括的な用語として概念化できる。GDT戦略における術中介入は、組織への酸素供給を最適化し、臓器低灌流を防ぐという特定のエンドポイントまたは目標を目指している（図1）。[5,17] 血行力学モニターは、これらの介入に対する患者の反応性を評価するために使用される。目標指向型輸液療法（goal-directed fluid therapy: GDFT）は、現代のGDT概念の最初であり、最も一般的に知られている、輸液の繰り返しである。高度な血行力学モニターは、前負荷依存性を特定し、フランク・スターリング曲線上の患者の位置を最適化するために、輸液のボーラス投与によって治療の決定を支援し、輸液反応性を評価するために使用される。[7,17] 輸液管理に関する2020 Perioperative Quality Initiative（POQI）のコンセンサスステートメントは、輸液療法のガイドのための最も安全で効果的な方法は輸液反応性を評価することであると断言した。[7] さらに、輸液によるSVの最適化は、腸管灌流の改善と合併症の減少につながり、適切な循環血液量と腸管灌流の重要性を示唆している。[36] GDTのもう1つの要素である目標志向型循環管理（Goal-directed hemodynamic therapy, GDHT）は、IOHを回避するためのMAPの維持をプロトコルに組み込むことで、元のGDFT戦略を改善した。[17] 血行動態の最適化を組み込んだGDT戦略は、合併症と死亡率の大幅な減少に関連している。[5,11,32] 図1は、GDFTの初期の輸液の繰り返しのコンポーネント、次に灌流全体を取り込んでいるGDHTを網羅した、最新のGDT概念を示している。

IOHは深刻な公衆衛生問題である

IOHの原因に応じた適切な治療法を決定し、血行力学を最適化することを目的としたGDTプロトコルによる高度な血行力学モニタリングを使用した複数の研究では、術後合併症の大幅な減少が示されている。[5,11,24,32] FEDORA試験は、GDHTプロトコルを使用すると、低リスクから中リスクの手術患者の合併症と入院期間（length of stay, LOS）が減少することを明らかとした画期的な研究である。[5] 別の研究では大手術を受ける高リスク患者にGDHTプロトコルを使用した。この試験の結果、術後の臓器機能不全のリスクが減少した。[32] 後者の研究の強みの1つは、一回拍出量の最適化のため輸液投与を調整し、それによって血管内容量と臓器灌流圧を維持し低灌流から保護するために使用されるプロトコル化された血行力学アルゴリズムである。脊椎手術を受ける高齢患者を対象とした研究では、GDTプロトコルの使用は、対照群と比較してGDT群でIOH、術後の悪心と嘔吐、せん妄が減少した。[11] さらに、GDTプロトコルを使用した他の研究ではIOHの減少が報告されており、IOHの原因を標的にすることを目的としたケアの指針となるプロトコルの使用がさらに支持されている。[21,23,24] GDTは、低リスク、中等度、高リスクの患者を含むさまざまな患者に利益をもたらすことが示されている。

IOHと有害転帰の関連に関する2021年の論文では、IOHは、いかなる年齢層であっても、いかなる時代においても許容されるものではない**「重大な公衆衛生問題」**と述べられている。[1] IOH曝露のリスクにさらされている人口の規模を考慮して、著者らはIOH予防に焦点を当てたさらなる研究が早急に必要だとした。従来の血行力学管理は、IOHが発生した後に事後対応的に治療することに頼っているが、すでに臓器障害を引き起こしているため、これでは手遅れである。[20] 2021年のAPSF ニュースレターの記事で、Sessler は人工知能と機械学習に基づいた最近の技術進歩によるIOHの**予測**の利点について言及した。[37] その後、IOHを正確に予測し減少させるための新しい技術の使用を検証する多くの研究が発表された。[8,20-23,26] 切迫したIOHの可能性とその根本原因を予測するために利用可能な技術の1つは、低血圧予測指数（hypotension prediction index, HPI）と呼ばれるパラメーターの利用である。HPIは、低血圧イベントが発生する確率を示す0から100までの単位のない数値を提供する。[38] モニターから提供される差し迫ったIOHの根本的な原因に関する情報を使用することで、臨床医は目標を絞った治療で適切に介入でき、IOHを回避できる。HPIのIOH低減能力を評価したランダム化対照試験の体系的レビューの中で、著者らはHPIには非心臓手術中のIOHの発生、期間、重症度を軽減する可能性があると述べたが、HPIを使用する際にはプロトコルに基づいた管理の遵守の重要性を強調した。[22] この知見は、IOH発生率を減らす上で、実践のばらつきを減らすことの役割をさらに裏付けるものである。

麻酔専門家は、患者に優れた麻酔ケアを提供するよう努めているが、血行力学管理が潜在的に有害な結果をもたらすことに気づいていない可能性がある。Gregoryらが力説しているように、IOHは**「公共の安全上の問題」**であり、最小限に抑える必要がある。[1] 段階的アプローチがこの目標を達成するのに役立つかもしれない。図2は、APSFから最近公開されたコンセンサス推奨事項とベストプラクティスを組み込んだ、この記事の著者が提案する次のステップを示している。[39]

IOHが一般的な問題であることを認識し、教育を通じて、また非心臓手術後AKIや心筋障害などの術後転帰を監視し追跡することによって、同僚の意識を高める必要がある。検出されないIOHを回避するためには、高度な血行力学技術を使用して連続的に監視する必要がある。モニター上の数値を昇圧薬で処理するのではなく、循環のバランスをとって問題を修正することで血行動態を適切に管理する必要がある（GDTプロトコルなど）。IOHは改善可能なリスクであり、容認し続けるべきではない。

図2：麻酔専門家に提案される次のステップ。この図には、IOHとそれに伴う患者への害を最小限に抑えるという目標の達成に役立つ、APSFから最近発表されたコンセンサス推奨事項とベストプラクティスが組み込まれている。[39]

AKI: acute kidney injury; IOH: intraoperative hypotension

Amy Yerdon, DNP, MNA, CRNA, CNE, CHSEは、University of Alabama at Birmingham School of Nursingの助教授（日本の講師・助教に相当）であり、アラバマ州Nurse Anesthesia Programのアシスタントプログラムディレクターである。

D. Matthew Sherrer, MD, MBA, FASA, FAACDは、アラバマ州バーミンガムUniversity of Alabama at BirminghamのDepartment of Anesthesiology and Perioperative Medicineの准教授である。

Desiree Chappell, MSNA, CRNA, FAANAは、ケンタッキー州ルイビルにあるNorthstar Anesthesia臨床品質担当副社長である。

Amy Yerdon, DNP, MNA, CRNAは、Edwards Lifesciencesの講演者局のメンバーである。D. Matthew Sherrer, MD, MBA, FASA, FAACDに開示すべき利益相反はない。Desiree Chappell, MSNA, CRNA, FAANAは、TopMedTalkの編集長兼リードアンカーであり、Edwards Lifesciences and Medtronicの講演者局のメンバーであり、プロベーション諮問委員会のメンバーでもある。

参考文献

1. Gregory A, Stapelfeldt W, Khanna A, et al. Intraoperative hypotension is associated with adverse clinical outcomes after noncardiac surgery. *Anesth Analg*. 2021 ;132:1654–1665. PMID: 33177322.

臨床医は術中低血圧の回避に向けて努力を続ける必要がある

2. Salmasi V, Maheshwari K, Yang D, et al. Relationship between intraoperative hypotension, defined by either reduction from baseline or absolute thresholds, and acute kidney and myocardial injury after noncardiac surgery: a retrospective cohort analysis. *Anesthesiology*. 2017;126:47–65. PMID: 27792044.
3. Wesselink E, Kappen T, Torn H, et al. Intraoperative hypotension and the risk of postoperative adverse outcomes: a systematic review. *Br J Anaesth*. 2018;121:706–721. PMID: 30236233.
4. Stapelfeldt WH, Khanna AK, Shaw AD, et al. Association of perioperative hypotension with subsequent greater healthcare resource utilization. *J Clin Anesth*. 2021;75. PMID: 34536719.
5. Calvo-Vecino JM, Ripollés-Melchor J, Mythen MG, et al. Effect of goal-directed haemodynamic therapy on postoperative complications in low–moderate risk surgical patients: a multicentre randomized controlled trial (FEDORA trial). *Br J Anaesth*. 2018;120:734–744.
6. Chiu C, Fong N, Lazzaresch, D, et al. Fluids, vasopressors, and acute kidney injury after major abdominal surgery between 2015 and 2019: A multicentre retrospective analysis. *Br J Anaesth*. 2022;12:317–326. PMID: 29576114.
7. Martin GS, Kaufman DA, Marik PE, et al. Perioperative Quality Initiative (POQI) consensus statement on fundamental concepts in perioperative fluid management: fluid responsiveness and venous capacitance. *Perioper Med (Lond)*. 2020;9:1–12. PMID: 32337020.
8. Ranucci M, Barile L, Ambrogi F, Pistuddi V. Surgical and Clinical Outcome Research (SCORE) Group. Discrimination and calibration properties of the hypotension probability indicator during cardiac and vascular surgery. *Minerva Anestesiol*. 2019;85:724–730. PMID: 30481996.
9. Putowski Z, Czajka S, Krzych ŁJ. Association between intraoperative BP drop and clinically significant hypoperfusion in abdominal surgery: a cohort study. *J Clin Med*. 2021;10(21):5010. PMID: 34768530.
10. Maheshwari K, Ahuja S, Khanna AK, et al. Association between perioperative hypotension and delirium in postoperative critically ill patients: a retrospective cohort analysis. *Anesth Analg*. 2020;130:636–643. PMID: 31725024.
11. Zhang N, Liang M, Zhang D, et al. Effect of goal-directed fluid therapy on early cognitive function in elderly patients with spinal stenosis: a case-control study. *Int J Surg*. 2018;54:201–205. PMID: 29678619.
12. Ariyarathna D, Bhonsle A, Nim J, et al. Intraoperative vasopressor use and early postoperative acute kidney injury in elderly patients undergoing elective noncardiac surgery. *Ren Fail*. 2022;44:648–659. PMID: 35403562.
13. French WB, Shah PR, Fatani YI, et al. Mortality and costs associated with acute kidney injury following major elective, non-cardiac surgery. *J Clin Anesth*. 2022;82:110933. PMID: 35933842.
14. Christensen AL, Jacobs E, Maheshwari K, et al. Development and evaluation of a risk-adjusted measure of intraoperative hypotension in patients having nonemergent, noncardiac surgery. *Anesth Analg*. 2021;133:445–454. PMID: 33264120.
15. Maheshwari K, Khanna S, Bajracharya GR, et al. A randomized trial of continuous noninvasive BP monitoring during noncardiac surgery. *Anesth Analg*. 2018;127:424–431. PMID: 29916861.
16. Park S, Lee HC, Jung CW, et al. Intraoperative arterial pressure variability and postoperative acute kidney injury. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2020;15:35–46. PMID: 31888922.
17. French WB, Scott M. Fluid and hemodynamics. *Anesthesiol Clin*. 2022;40:59–71. PMID: 35236583.
18. Kouz K, Brockmann L, Timmermann LM, et al. Endotypes of intraoperative hypotension during major abdominal surgery: a retrospective machine learning analysis of an observational cohort study. *Br J Anaesth*. 2023;130:253–261. PMID: 36526483.
19. Kouz K, Weidemann F, Naebian A, et al. Continuous finger-cuff versus intermittent oscillometric arterial pressure monitoring and hypotension during induction of anesthesia and noncardiac surgery: the DETECT Randomized Trial. *Anesthesiology*. 2023;139:298–308. PMID: 37265355.
20. Frassanito L, Giuri PP, Vassalli F, et al. Hypotension Prediction Index with non-invasive continuous arterial pressure waveforms (ClearSight): clinical performance in gynaecologic oncologic surgery. *J Clin Monit Comput*. 2022;36:1325–1332. PMID: 34618291.
21. Grundmann CD, Wischermann JM, Fassbender P, et al. Hemodynamic monitoring with Hypotension Prediction Index versus arterial waveform analysis alone and incidence of perioperative hypotension. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2021;65:1404–1412. PMID: 34322869.
22. Li W, Hu Z, Yuan Y, Liu J, Li K. Effect of hypotension prediction index in the prevention of intraoperative hypotension during noncardiac surgery: a systematic review. *J Clin Anesth*. 2022;83:110981. PMID: 36242978.
23. Schneck E, Schulte D, Habig L, et al. Hypotension Prediction Index based protocolized haemodynamic management reduces the incidence and duration of intraoperative hypotension in primary total hip arthroplasty: a single centre feasibility randomised blinded prospective interventional trial. *J Clin Monit Comput*. 2020;34:1149–1158. PMID: 31784852.
24. Wijnberge M, Geerts BF, Hol L, et al. Effect of a machine learning-derived early warning system for intraoperative hypotension vs standard care on depth and duration of intraoperative hypotension during elective noncardiac surgery: the HYPE randomized clinical trial. *JAMA*. 2020;323:1052–1060. PMID: 32065827.
25. Wijnberge M, van der Ster B, Vlaar APJ, et al. The effect of intermittent versus continuous non-invasive BP monitoring on the detection of intraoperative hypotension, a sub-study. *J Clin Med*. 2022;11:4083. PMID: 35887844.
26. Kouz K, Monge García MI, Cercutti E, et al. Intraoperative hypotension when using hypotension prediction index software during major noncardiac surgery: a European multicentre prospective observational registry (EU HYPROTECT). *BJA Open*. 2023;6:100140. PMID: 37588176.
27. Shah N, Mentz G, Kheterpal S. The incidence of intraoperative hypotension in moderate to high risk patients undergoing non-cardiac surgery: a retrospective multicenter observational analysis. *J Clin Anesth*. 2020;66:1–12. PMID: 32663738.
28. Provation. ePreop 31: Intraoperative hypotension (IOH) among non-emergent noncardiac surgical cases. 2020. https://www.provationmedical.com/wp-content/uploads/2022/08/ePreop-Provation_IOH_Specifications.pdf . Accessed March 2024.
29. U.S. Centers for Medicare & Medicaid Services (CMS). Traditional MIPS overview. CMS Quality Payment Program. https://qpp.cms.gov/mips/traditional-mips. Accessed January 3, 3024.
30. Saasouh W, Christensen AL, Xing F, et al. Incidence of intraoperative hypotension during non-cardiac surgery in community anesthesia practice: a retrospective observational analysis. *Perioper Med (Lond)*. 2023;12:29. Published 2023 Jun 24. PMID: 37355641.
31. Anolik RA, Sharif-Askary B, Hompe E, et al. Occurrence of symptomatic hypotension in patients undergoing breast free flaps: is enhanced recovery after surgery to blame? *Plast Reconstr Surg*. 2020;145:606–616. PMID: 32097291.
32. Futier E, Lefrant JY, Guinot PG, et al. Effect of individualized vs standard BP management strategies on postoperative organ dysfunction among high-risk patients undergoing major surgery. *JAMA*. 2017;318:1346. PMID: 28973220.
33. Meidert AS, Nold JS, Hornung R, et al. The impact of continuous non-invasive arterial BP monitoring on BP stability during general anaesthesia in orthopaedic patients: a randomised trial. *Eur J Anaesthesiol*. 2017;34:716–722. PMID: 28922340.
34. Klose P, Lorenzen U, Berndt R, et al. Continuous noninvasive monitoring of arterial pressure using the vascular unloading technique in comparison to the invasive gold standard in elderly comorbid patients: a prospective observational study. *Health Sci Rep*. 2020;3:e204. PMID: 33204849.
35. Maheshwari K, Buddi S, Jian Z, et al. Performance of the Hypotension Prediction Index with non-invasive arterial pressure waveforms in non-cardiac surgical patients. *J Clin Monit Comput*. 2021;35:71–78. PMID: 31989416.
36. Davies SJ, Mythen M. Hemodynamic and intestinal microcirculatory changes in a phenylephrine corrected porcine model of hemorrhage. *Anesth Analg*. 2021;133:1060–1069. PMID: 33755645.
37. Sessler D. Perioperative hypotension. *APSF Newsletter*. 2021;36:89–94. https://www.apsf.org/article/perioperative-hypotension/ . Accessed March 2024.
38. Edwards Lifesciences. Acumen IQ sensor: minimally-invasive predictive decision support. https://www.edwards.com/healthcare-professionals/products-services/predictive-monitoring/acumen-iq-sensor. Accessed March 27, 2023.
39. Scott MJ, and the APSF Hemodynamic Instability Writing Group. Perioperative patients with hemodynamic instability: consensus recommendations of the Anesthesia Patient Safety Foundation. *Anesth Analg*. 2024;138:713–724. PMID: 38153876.

APSFをサポート〜今すぐ寄付

「患者の安全は流行ではない。過去への執着ではない。達成された目的や、解決された問題を反映したものではない。患者の安全は継続的に必要。それは、研究、訓練、職場での日々の適用によって維持されなければならない。」

— APSF 創設者社長「Jeep」Pierce、MD

オンラインで寄付することもできます
https://apsf.org/FUND

—A TRANSLATION FROM ENGLISH COMMISSIONED BY THE ANESTHESIA PATIENT SAFETY FOUNDATION—

APSF.ORG

ニュースレター

THE OFFICIAL JOURNAL OF THE ANESTHESIA PATIENT SAFETY FOUNDATION

20ページ

引用：Mathis MR, Schonberger RB, Edelman AL, et al. An evolving framework for using big data tools and machine learning to enhance perioperative quality improvement, research, and patient safety. APSF Newsletter.2024;39:46–50.

ビッグデータツールと機械学習の活用によって周術期の品質向上、研究、患者安全を向上させる進化するフレームワーク

Michael R. Mathis, MD; Robert B. Schonberger, MD, MHCDS; Anthony L. Edelman, MD, MBA; Allison M. Janda, MD; Douglas A. Colquhoun, MB ChB, MSc, MPH; Michael L. Burns MD, PhD; Nirav J. Shah, MD著

電子医療記録（HER）がほぼ完全に普及し、部門や機関全体で医療データが統合される時代において、診療のばらつきに対する認識が高まっている。周術期ケアも例外ではなく、最近の研究では、使用される麻酔技術[1]、投与される薬剤[2,3]、使用される手術室の人員配置モデルなどの実践において、施設レベルでの幅広いばらつきがあることが示されている。[4] サブスペシャリティ・トレーニング、地域の医療資源制約、患者の期待などの要因など、場合によっては、診療のバリエーションが正当化されることもある。しかし、説明のつかない、あるいは不当なばらつきがある場合もあり、その原因はおそらく、診療のベンチマークの欠如、病院の資源配分の最適化不足、あるいは個々の患者のニーズに合わせた的確なケアの欠如にあると考えられる。[5,6]

場合によっては、このような診療のばらつきは[4]、より悪い転帰に関連している可能性がある。これには、麻酔専門スタッフの配置比率の診療パターン、病院レベルの安全対策の遵守[7]、および救命不能率などが含まれる。[8]

原因不明のばらつきや不当なばらつきに対処するため、最新の品質改善（Quality improvement: QI）および研究イニシアチブでは、多施設学習・医療システムのアプローチを模索するようになってきており、施設間の診療のばらつきから得られる比較有効性エビデンスを統合して、パフォーマンスのベンチマークと品質尺度を開発している。[9,10] 戦略的な他施設インフラストラクチャが整備されれば、そのようなベンチマークと品質尺度を参加施設全体に普及させ、進化するベストプラクティスを迅速に反復し、患者安全と医療の価値を高めることができる。[11,12] 周術期ケアに関連する学習型医療システムインフラストラクチャの1つはMulticenter Perioperative Outcomes Group（MPOG）がある。本稿では、これを説明するために以下を取り上げる。(i) 研究と品質向上（QI）のための周術期EHRを統合するために必要なアプローチ、(ii) 蓄積された大量の周術期医療データを効果的に活用するために使用できるビッグデータツール、そして(iii)周術期ケアと患者安全を向上させるために、研究と品質尺度の成果を共有するコミュニティを構築することの価値提案である。最後に、人工知能と機械学習アプローチの台頭により健康情報の収集と臨床的意思決定を強化する新たな機会がもたらされる中、人工知能/機械学習の手法を継続的に導入して成功させるための中核となる課題及びそのような課題に対処するアプローチについて述べる。

周術期データに基づいた学習医療システムの原則：多施設周術期アウトカムグループ（MULTICENTER PERIOPERATIVE OUTCOMES GROUP: MPOG）

Learning Health System（LHS）は、「知識の生成が医療の実践の中核に組み込まれ、医療提供プロセスの自然な成果であり、ケアの継続的な改善につながるもの」と定義されている。[13] MPOGは、QI、研究、患者安全の継続的に上昇する基準に対応する、周術期ケアに重点を置いた学習型医療システムになることを目指している（図1）。MPOGは、新たに導入された電子麻酔

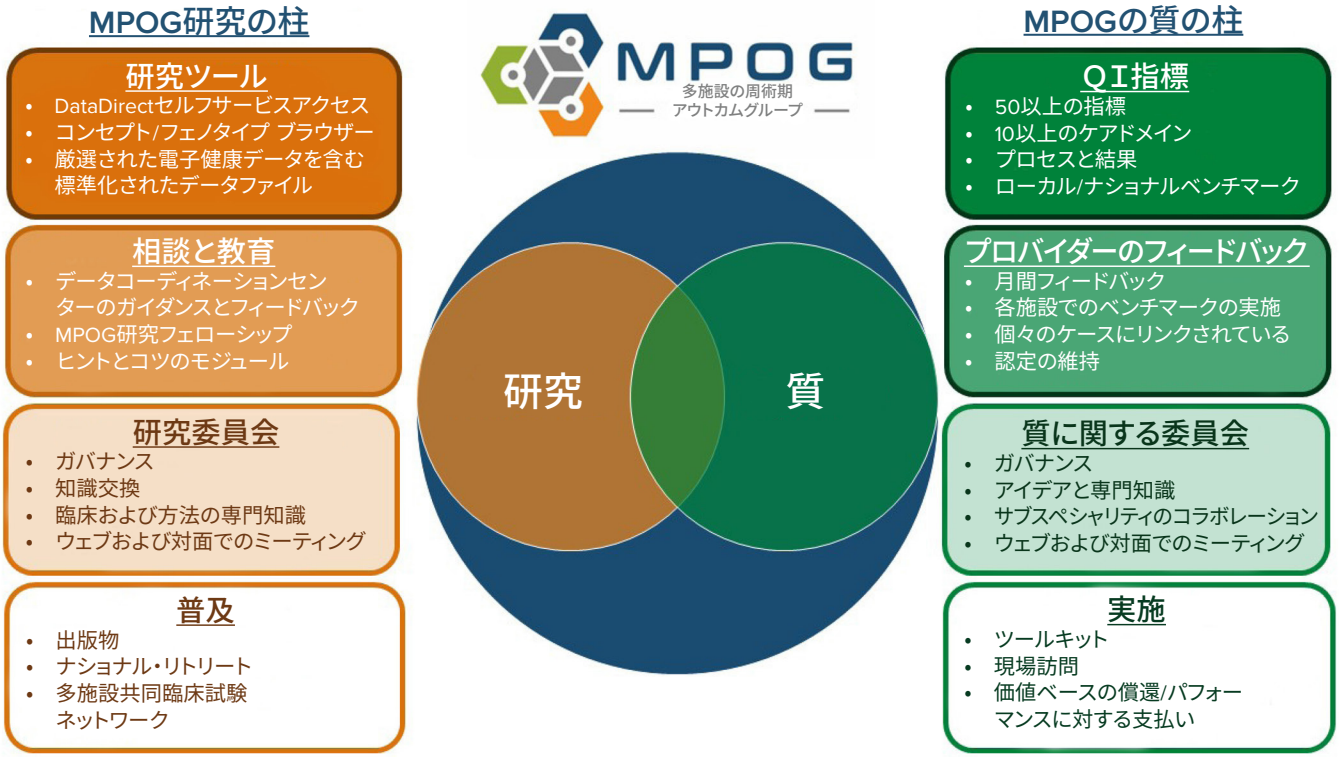


図1：Multicenter Perioperative Outcomes Group（MPOG）研究と質向上の柱

MPOGはビッグデータを分析するプログラムとツールを開発した

記録システムを多施設観察分析に利用することに関心のあるいくつかの学術センターによって2008年に開始された。しかし、この同じデータセットが、適切なガバナンスと共同作業によって、MPOGデータが知識を生成する学習型健康システムの基盤となる可能性があることがすぐに明らかになった。この知識は実践の変化につながり、実践の変化は新しいデータにつながる。このアプローチのフライホイール効果により、現在では100件近くの病院がMPOGグループに参加している。さらに、MPOGは、研究、QI、教育関連のさまざまな用途のために、これらのデータを抽出、取り込み、クリーニング、分析するツールを開発した。各施設から提出される最小限のデータセットには、周術期の生理学的データ、投薬データ、テキストメモ、スタッフ配置、主要なイベント、および体液バランスの入出力データが含まれる。これらのマーカーはすべて、既存の麻酔医療記録内の施設ごとにマッピングされたデータから自動的に導出され、各施設で使用されている特定のEHRベンダーにほとんど依存しない。さらに、術前の病歴と身体情報、検査結果、Current Procedural Terminology（CPT）コード、退院診断、院内死亡率データなどの管理データも含まれる。

EHRデータは施設によって非常にばらつきがある。結果として、MPOGの基本的な要素は、参加施設全体のEHRデータを、研究やQIに使用できる事前に計算され検証された表現型に変換する方法論である。[14] この厳密なプロセスには、より信頼性の高い臨床的推論を生成するために、MPOG内のすべてのデータタイプの組み合わせを統合するアルゴリズムを適用することが含まれる。これらの推論は、研究者が分析を実施し、QIリーダーと臨床医がケアパターンのばらつきを理解するための構成要素として機能する。MPOG研究とQIの重要な要素である表現型の例には、麻酔技術、米国麻酔科学会（American Society of Anesthesiologists）フィジカルステイタス、患者の喫煙状況などがある。これらの各ケースでは、これらのデータがサイト全体で文書化される方法は、サイトによって何千通りもあり、MPOGが開発したソフトウェアアルゴリズムがデータを相互運用可能な表現型に変換する。

表1:マルチセンター周術期アウトカムグループ内の品質向上プログラム

プログラム	解説
QI指標の開発	MPOGは、いくつかの麻酔、サブスペシャルティ、人口、公衆衛生の領域にわたって60以上のプロセスとアウトカム尺度を開発した。これらの尺度は品質委員会で承認およびレビューされ、仕様は全員がレビューして使用できるように公開される。[15]
実践レベルのフィードバック	QIレポートツールを使用すると、医療現場のリーダーが地域および全国的にベンチマークされた測定パフォーマンスを視覚化し、患者、症例、医療提供者ごとのケアのばらつきを理解できるようになる（図2）。ユーザーは、医療システムレベルの実績から単一の術中麻酔記録または同様の記録群までを調査し、模範となる実践や改善の機会を特定できる。
個々のプロバイダーからのフィードバック	MPOGは、各施設の診療指導者によって選択されたQI指標について、麻酔専門家に電子メールで毎月フィードバックを送信する。これらの尺度の実績は地域ごとにベンチマークされ、個々の麻酔記録とリンクさせることでより効果的に診療の変化につながる反映を可能にする。
QIツールキット	QIイニシアチブの教育と実施に対する障壁を取り除くために、MPOGコーディネーションセンターは、指標に関する利用可能なエビデンスを要約し現場で適用できる実施のヒントを提供するツールキットを開発した。術後の悪心・嘔吐予防、輸血管理、腎障害の予防、肺損傷の予防、環境持続可能性など、麻酔ケアのいくつかの領域についてのツールキットが存在する。[16]
品質協力ミーティング	これらの品質尺度、フィードバックプラットフォーム、ツールキットの適用を推進し議論を深めるために、MPOGは麻酔科医のQIチャンピオンと外科医の協力者が出席する複数の共同会議を開催している。

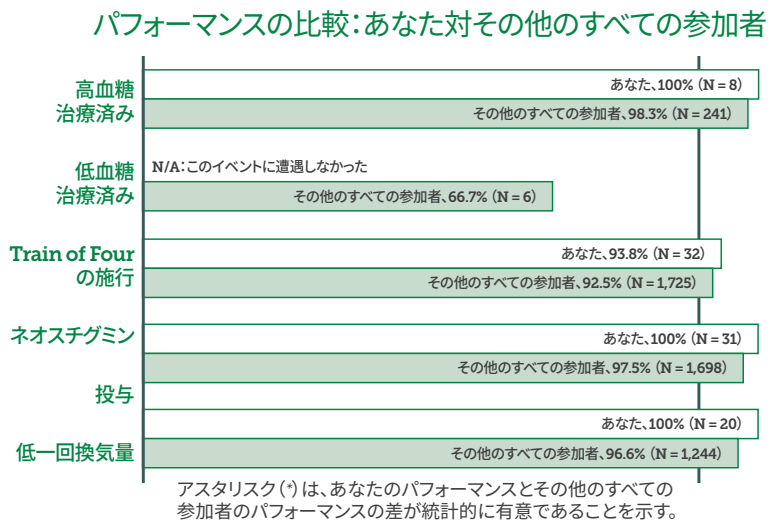


図2：周術期の質に関する個々の医療提供者のフィードバック：パーソナライズされたパフォーマンスメール

周術期EHRデータを患者安全の向上のための知識と行動に変換するためのMPOGツール

MPOGは、ビッグデータを分析し、微妙で意味のあるQIの推論や、患者安全の向上を目的とした研究プロジェクトを可能にするプログラムとツールを開発した。

MPOGのQIミッションは、各参加施設の麻酔専門QIチャンピオンで構成される品質委員会によって統括されている。この委員会は利用可能な最良のエビデンスを反映した品質尺度を承認および維持し、この分野の拡大し進化する知識基盤に対応するために定期的にQI指標を再検討する計画を確立しているする。新しいQIイニシアチブのアイデアは、この委員会だけでなく小児、産科、高齢者、心臓麻酔に焦点を当てたサブスペシャリティ分科会からも生まれ、それぞれ参加施設の品質管理のチャンピオンと専門家で構成されている。これらの委員会は、オープンな議論、コラボレーション、ベストプラクティスや学んだ教訓の共有を促進する。

EHRデータは機関によって大きく異なる

会員が各自の所属機関に変化を起こせるように、MPOGは計算された表現型を基盤にした一連のプログラムを開発した。これらのプログラムには、表1に示すようにQI指標の開発、臨床レベルのフィードバック、個々の医療提供者のフィードバック、QIツールキット、質に関する共同会議が含まれる。すべてのQI指標についての詳細はこちらより閲覧可能:https://spec.mpog.org/Measures/Public。個々のプロバイダーのパフォーマンスを追跡し、個人にフィードバックを提供できる(図2)。

QIミッションを補完するために、MPOGの研究ミッションは研究委員会によって管理されている。研究委員会は、提出された提案を審査し、進行中のプロジェクトの進捗状況を追跡することによって、MPOGの臨床研究活動を調整する。この委員会は、各参加施設のMPOG主任研究者で構成され、すべてのMPOG研究提案を評価し、仮説と方法論についての重要な指針を提供し、プロジェクトの承認前にMPOGデータを使用した臨床研究の科学的妥当性を確認する。MPOGデータを使用した有意義な研究を可能にするために、同グループはレジストリを活用するためのいくつかのプログラムとツールを構築した。これらのプログラムには、定期的な研究委員会の会議や年次MPOGリトリートのほか、研究コホートを開発し、研究クエリを合理化するためのソフトウェアツール(例:DataDirect®、ミシガン州アナーバー)が含まれる。

ミシガン州内のパフォーマンス向上

ミシガン州では、MPOGはミシガン州のBlue Cross Blue Shieldが資金提供するQIプログラムの一部であり、学習型医療システムとして機能している。[17] このプログラムは、さまざまな専門分野や健康状態にわたるQIグループに資金を提供している。[18] 上記のメカニズムを通じて、非盲検のパフォーマンス評価、多専門分野の協力会議、支払者主導の金銭的インセンティブがケアの大幅な改善につながる。これらは、血糖管理や体温管理などの重要な麻酔治療領域の改善、本プログラムに参加している病院より費用対効果の高い治療を実現していることからも明らかである。(表2)。[19]

研究イニシアチブ:多施設における診療のばらつきと周術期医療体制の評価

臨床医や施設間での周術期診療のばらつきの大きさを考慮すると、MPOGの重要な研究結果には診療パターンが患者や手術ではなく臨床医や施設によって説明される程度を定量化する研究が含まれている。このような診療のばらつきは、臨床医のトレーニング、個人の診療の好み、あるいは施設レベルの臨床ケアとインフラストラクチャの構造を示いている可能性があり、患者の転帰への影響を研究するために活用されてきた。場合によっては、麻酔専門家の配置比率、病院レベルの安全対策の順守状況[7]、救命失敗率[8]などの診療のばらつきが転帰の悪化と関連することもある。一方で、担当外科医による重複手術[20]や、外科医が前日一晩中手術を行った手術など、有害転帰との関連が見られない場合もある。[21]

表2:多施設周術期アウトカムグループの品質改善効果の例

QIイニシアチブ	プログラム及び結果
低体温症予防	MPOGは2018年にミシガン州全域で術中低体温症を減らすための取り組みを開始した。積極的加温と適切な体温モニタリングの使用を決定するプロセス指標と低体温症の割合を決定するアウトカム指標が開発された。ミシガン州のMPOG施設では、2018年から2023年にかけて麻酔終了時の低体温症が10.8%から5.6%に減少した。
高血糖治療	MPOGは2015年に高血糖の管理を改善するための取り組みを開始した。高血糖の適切なチェックと治療を決定する措置を通じ、MPOGに参加しているミシガン州の施設はインスリンによる高血糖の適切な治療遵守率を2015年の59.7%から2023年までに81%に改善した。

2023年8月にMPOGデータベースから抽出されたデータからのものであり2023年9月にラスベガスで開催されたAPSF会議で発表された。

周術期医療における人工知能と機械学習がもたらす機会と課題

人工知能や機械学習を用いた手法を適用してデータ品質を向上させ、多施設研究とQIを実行するための電子医療記録(electronic health record: EHR)データを処理するビッグデータツールの開発を行い、、QI指標を開発し予測アルゴリズムの開発を通じて臨床ケアを改善する機会が生まれている。周術期EHRデータの複雑さと粒度を考慮すると、変数間の複雑な非線形相互作用を大量に処理できる人工知能/機械学習手法は、古典的な統計的アプローチよりも大きな利点を提供することがある。しかし、周術期学習医療システムに人工知能/機械学習ベースの手法を安全に導入するには課題が存在する。これには、(i)長所と限界に関する利用可能な臨床医の知識ベースの大きなばらつき、(ii)臨床アルゴリズムの監視とガバナンスの必要性、(iii)人工知能/機械学習アルゴリズムが訓練されるソースデータの忠実性を確保する必要性、(iv)人工知能/機械学習ベースの臨床意思決定支援システムで伝播する可能性のあるバイアスを認識し対処するための体系的なアプローチ(図3)が含まれる。

臨床医の知識に関連して、人工知能/機械学習教育が医療カリキュラムと医学教育の機会に組み込まれている。[22] アルゴリズムのガバナンスと監視に関連して、QIと患者安全の取り組みは医療システム内に展開された人工知能/機械学習モデルを監視する委員会のためのフレームワークを提案している。[23] データ忠実度に関しては、EHRデータ品質の変化(「データセットシフト」)を診断して修正するアプローチが提案されており[24]、現場の臨床医とアルゴリズムガバナンス委員会の間のクローズドループコミュニケーションを維持することに重点が置かれている。これにより、予測モデルの性能不足を認識させ、それぞれの臨床状況において予測モデルが信頼できるか無視できる臨床状況についてかを臨床医がわかるようになり、患者安全を向上させられるだろう。最後に、アルゴリズムのバイアスに関する懸念が残るため、特に人種、民族、性別のようなさまざまな臨床サブグループに基づく場合[25]におけるモデルの性能の差に対処する機会には、そのようなサブグループにおける人工知能/機械学習モデルのパフォーマンスを明示的に調べることを含む。

結論

有効性に関する比較研究を実施し、麻酔ケアの質と安全性を向上させるために、患者、臨床家、施設、地域にわたる周術期EHRデータを統合する機会は熟している。新しい人工知能/機械学習ベースの手法を適切に活用したビッグデータツールを備えた周術期学習医療システムは、臨床医コミュニティがデータの共有、アイデアの交換、学習医療システム内で進化するベストプラクティスを広めるためのプラットフォームを提供する。

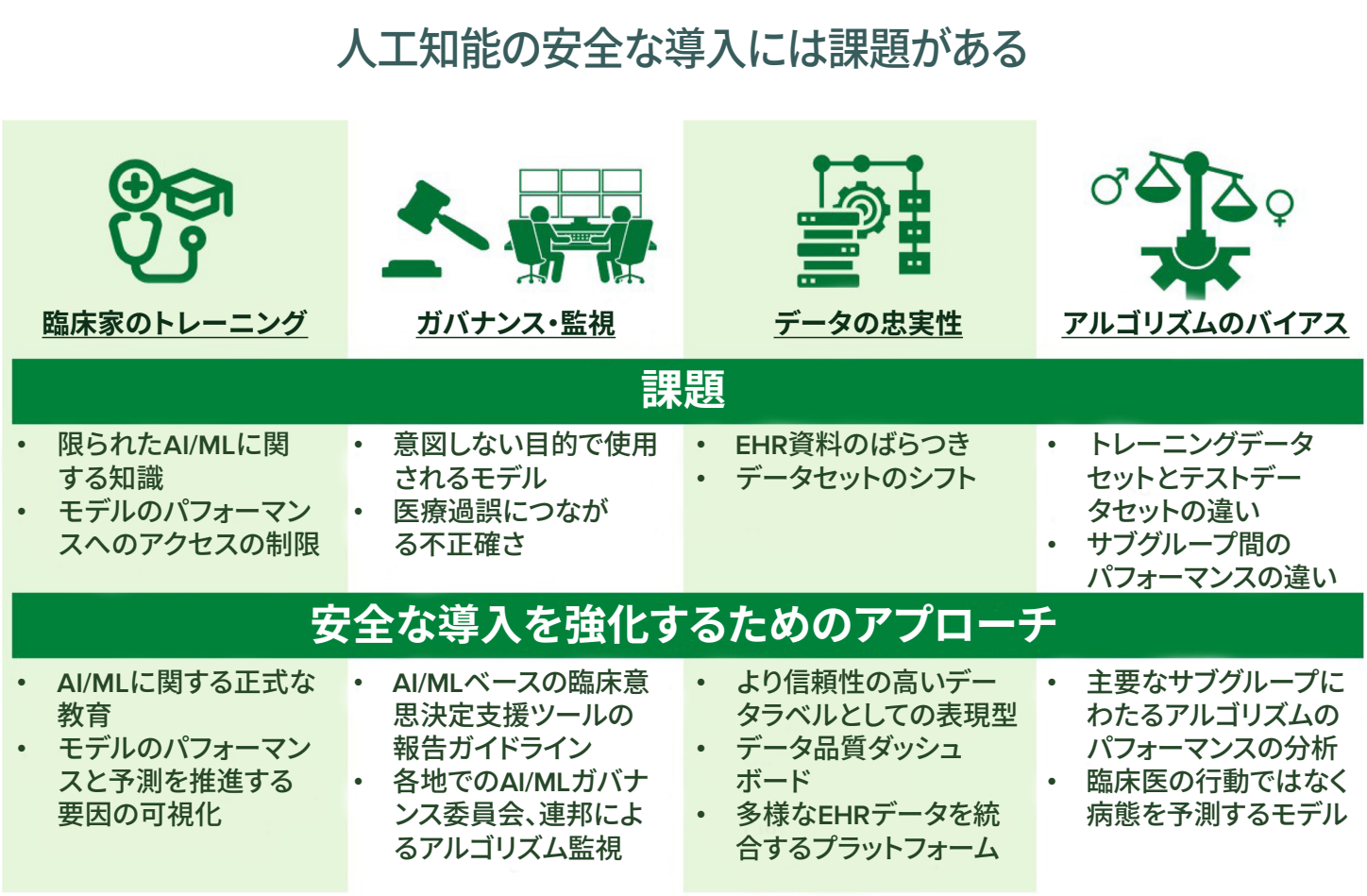


図3：周術期ケアへの人工知能（Artificial Intelligence, AI）と機械学習（Machine Learning, ML）の安全な導入に関する考慮事項

Michael R. Mathisは、麻酔科学の准教授であり、ミシガン州アナーバーにあるミシガン大学ミシガン医科大学の計算生命情報学部門の提携教員である。

Robert B. Schonbergeは、コネチカット州ニューヘイブンにあるエール大学医学部の准教授および麻酔科学の学務担当副教授である。

Anthony L. Edelmanは、ミシガン州アナーバーにあるミシガン大学ミシガン医科大学の麻酔科学の助教および成人麻酔科学の准教授である。

William Brian Beam, MDはミネソタ州のMayo Clinicの麻酔科助教である。

Douglas A. Colquhoun、MB ChB、MSc、MPHは、ミシガン州アナーバーにあるミシガン大学ミシガン大学麻酔科助教である。

William Brian Beam, MDはミネソタ州のMayo Clinicの麻酔科助教である。

Nirav J. Shahは、ミシガン州アナーバーにあるミシガン大学ミシガン医科大学麻酔科の准教授である。

Michael Mathis, MDは、米国国立衛生研究所（NHLBI、NIDDK、AHRQ）から研究助成金を受領し、今回の研究とは関係なく、米国キエジからミシガン大学に支払われた研究援助を受けている。Robert Schoenberger, MD, MCDHSは、現在の仕事とは無関係にジョンソン・エンド・ジョンソンの株式を所有していると報告している。Anthony Edelman, MDは、現在の研究とは関係なく、National Institutes of Health（AHRQ）から資金提供を受けている（ミシガン大学に支払われている）。Allison Janda, MDは、今回の研究とは関係なく、米国国立衛生研究所（NHLBI）およびPatient Centered Outcomes Research Instituteから研究助成金の支援を受けている。Douglas Colquhoun, MB ChB, MSc, MPHは、米国国立衛生研究所（NHLBI）から研究助成金を受領し、今回の研究とは関係なく、Merck & Coおよび米国Chiesiからミシガン大学に支払われた研究援助を受けている。Michael Burns, MDは、本研究とは関係なく、Blue Cross Blue Shield of Michigan（BCBSM）およびPatient-Centered Outcomes Research Instituteから研究助成金を受領し、Decimal Code, Inc.の共同創設者でもありますが、現在の研究とは関係ない。Nirav Shah, MDは、米国国立衛生研究所（NLM、NIA）、Patient Centered Outcomes Research Institute、Blue Cross Blue Shield Michigan、Edwards Lifesciencesおよびアップル社から資金提供を受けており（ミシガン大学に支払われている）、今回の研究とは関係ない。提出された研究に影響を与えたと思われる他の関係や活動はない。

すべての研究と資金の一部は、ミシガン大学（米国ミシガン州アナーバー）のミシガン医学部麻酔科に帰属する。記載されているプロジェクトは、米国国立衛生研究所（NIDDK R01DK133226、NHLBI R01HL167790、NIA R01AG059607、NHLBI K08HL159327、NHLBI K23HL166685、ベセスダ、メリーランド州）によって部分的な支援を受けた。さらに、Multicenter Perioperative Outcomes Groupレジストリへの基礎となる電子医療記録データ収集をサポートするための資金の一部が、ミシガン州Blue Cross Blue Shield of Michigan/Blue Care Networkバリューパートナーシッププログラムの一環として、ミシガン州Blue Cross Blue Shield of Michigan/Blue Care Networkによって提供された。Blue Cross Blue Shield of Michigan/Blue Care NetworkとMulticenter Perioperative Outcomes Groupは

人工知能/機械学習は、臨床医がベストプラクティスに関するデータを共有するプラットフォームを提供する

協力して取り組んでいるが、著者によって表明された意見、信念、および視点は、ミシガン州Blue Cross Blue Shield of Michigan/Blue Care Networkやその従業員の意見、信念、視点を必ずしも反映しているわけではない。さらに、著者によって表明された意見、信念、および視点は、必ずしも国立衛生研究所やその職員の意見、信念、視点を反映しているわけではない。業界関係者はこの研究には関与していない。

参考文献

1. Roberts DJ, Mor R, Rosen MN, et al. Hospital-, anesthesiologist-, surgeon-, and patient-level variations in neuraxial anesthesia use for lower limb revascularization surgery: a population-based cross-sectional study. *Anesth Analg*. 2022;135:1282–1292. PMID: 36219577.
2. Janda AM, Spence J, Dubovoy T, et al. Multicentre analysis of practice patterns regarding benzodiazepine use in cardiac surgery. *Br J Anaesth*. 2022;128:772–784. PMID: 35101244.
3. Mathis MR, Janda AM, Kheterpal S, et al. Patient-, clinician-, and institution-level variation in inotrope use for cardiac surgery: a multicenter observational analysis. *Anesthesiology*. 2023;139:122–141. PMID: 37094103.
4. Burns ML, Saager L, Cassidy RB, et al. Association of anesthesiologist staffing ratio with surgical patient morbidity and mortality. *JAMA Surg*. 2022;157:807–815. PMID: 35857304.
5. Sutherland K, Levesque JF. Unwarranted clinical variation in health care: definitions and proposal of an analytic framework. *J Eval Clin Pract*. 2020;26:687–696. PMID: 31136047.
6. Sessler DI. Implications of practice variability. *Anesthesiology*. 2020;132:606–608. PMID: 32053562.
7. Brooke BS, Dominici F, Pronovost PJ, et al. Variations in surgical outcomes associated with hospital compliance with safety practices. *Surgery*. 2012;151:651–659. PMID: 22261296.
8. Portuondo JI, Farjah F, Massarweh NN. Association between hospital perioperative quality and long-term survival after noncardiac surgery. *JAMA Surg*. 2022;157:258–268. PMID: 35044437.
9. Casey JD, Courtright KR, Rice TW, Semler MW. What can a learning healthcare system teach us about improving outcomes? *Curr Opin Crit Care*. 2021;27:527–536. PMID: 34232148.
10. Foley T, Vale L. A framework for understanding, designing, developing and evaluating learning health systems. *Learn Health Syst*. 2023;7:e10315. PMID: 36654802.
11. Sheetz KH, Englesbe MJ. Expanding the quality collaborative model as a blueprint for higher-value care. *JAMA Health Forum*. 2020;1:e200413-e200413. PMID: 36218502.
12. Smith M, Saunders R, Stuckhardt L, McGinnis JM. Committee on the Learning Health Care System in America; Institute of Medicine. Best care at lower cost: the path to continuously learning health care in America. National Academies Press (US); 2013 May 10. PMID: 24901184.
13. Olsen L, Aisner D, Mcginnis JM, eds. The Learning Healthcare System: Workshop Summary. National Academies Press; 2007. PMID: 21452449.
14. Colquhoun DA, Shanks AM, Kapeles SR, et al. Considerations for integration of perioperative electronic health records across institutions for research and quality improvement: the approach taken by the Multicenter Perioperative Outcomes Group. *Anesth Analg*. 2020;130:1133–1146. PMID: 32287121.
15. MPOG Measure Specs—Measure List. https://spec.mpog.org/Measures/Public. Accessed February 16, 2024.
16. Toolkits. MPOG. Published July 24, 2019. https://mpog.org/toolkits/. Accessed February 16, 2024.
17. Howard R, Grant J, Leyden T, Englesbe M. Improving the quality of health care through 25 years of statewide collaboration in Michigan. *NEJM Catalyst*. 3:CAT.22.0153. doi: 10.1056/CAT.22.0153.
18. Collaborative quality initiatives—value partnerships.com — blue cross blue shield of Michigan. https://www.valuepartnerships.com/programs/collaborative-quality-initiatives/. Accessed February 16, 2024.
19. Janda AM, Vaughn MT, Colquhoun DA, et al. Does anesthesia quality improvement participation lead to incremental savings in a surgical quality collaborative population? A retrospective observational study. *Anesth Analg*. 2023;137:1093–1103. PMID: 37678254.
20. Sun E, Mello MM, Rishel CA, et al. Association of overlapping surgery with perioperative outcomes. *JAMA*. 2019;321:762–772. PMID: 30806696.
21. Sun EC, Mello MM, Vaughn MT, et al. Assessment of perioperative outcomes among surgeons who operated the night before. *JAMA Intern Med*. 2022;182:720–728. PMID: 35604661.
22. Howell MD, Corrado GS, DeSalvo KB. Three epochs of artificial intelligence in health care. *JAMA*. 2024;331:242–244. PMID: 38227029.
23. Reddy S, Allan S, Coghlan S, Cooper P. A governance model for the application of AI in health care. *J Am Med Inform Assoc*. 2020;27:491–497. PMID: 31682262.
24. Finlayson SG, Subbaswamy A, Singh K, et al. The clinician and dataset shift in artificial intelligence. *N Engl J Med*. 2021;385:283–286. PMID: 34260843.
25. Chin MH, Afsar-Manesh N, Bierman AS, et al. Guiding principles to address the impact of algorithm bias on racial and ethnic disparities in health and health care. *JAMA Netw Open*. 2023;6:e2345050. PMID: 38100101.

職場の暴力ビデオがオンラインで視聴可能

私たちは、職場での暴力が有害であり、文化、チームワーク、臨床医の健康、患者の安全に影響を与えることを知っている。202年Stoelting Conferenceの横断調査では、周術期の回答者（麻酔科医、認定麻酔助手、認定看護師麻酔科医、手術室看護師、回復室看護師、外科医）の71.6%が、職場での非身体的暴力を経験していると報告していることが示された。

APSFは、以下に焦点を当てた職場暴力に関する3つのトリガービデオワークショップモジュールのリリースを発表する。差別、身体的攻撃、無礼な行為。これらのビデオは、関連するファシリテーションガイドとともに、APSFウェブサイトより無料で視聴可能。Alex Hannenberg, MD、Della Lin, MD、Randy Steadman, MDはUCLAのシミュレーションセンターを通じて提供される撮影ロジスティックスと協力してこれらのモジュールを制作した。

これらのワークショップモジュールを利用すると、対話が始まり、活性化され、既存の職場暴力プログラムに組み込むことが可能である。

ビデオと促進ガイドは以下サイトより視聴可能
https://www.apsf.org/videos/workplace-violence/

RAPID Response

読者からの質問

パルスオキシメータ測定脈拍数：何を測定しているのか？

引用：Vandenheuvel M, Wouters P, De Baerdenmaeker L. Pulse oximetric pulse rate: what are we measuring?APSF Newsletter.2024;39:56–57.

Michael Vandenheuvel, MD; Patrick Wouters, MD, PhD; Luc De Baerdemaeker, MD, PhD 著

Dear Rapid Response：

1970年代以来、パルスオキシメータ（pulse oximeter, PO）により動脈血酸素化と脈拍数の非侵襲的連続評価が可能になった。脈拍推定値はプレチスモグラフ波形から導出され、拍動性灌流の代用として機能する。可聴音はベッドサイドの臨床医がマルチタスクを行っている間の心拍数とリズムのモニタリングをサポートし、音の高低（ピッチ）を可変して酸素飽和度を反映させている。干渉によりECGに基づく心拍数モニタリングの信頼性が低下する可能性があるため、パルスオキシメータに基づく脈拍数モニタリングは追加の情報源となる。POモニタリングの全般的な有用性に疑問の余地はないが、基礎となるテクノロジーは複雑である。オキシヘモグロビンとデオキシヘモグロビンの異なる吸収特性と動脈拍動に基づいているため、PO測定に干渉する可能性のある要因が多数あり、有用な情報を取得するには広範なシグナル処理が必要である。本レポートは、動脈拍動が大幅に変化したにもかかわらず、PO脈拍数の測定とそれに関連する音調速度（トーンレート）が適切に変化しなかった臨床シナリオに注目する。

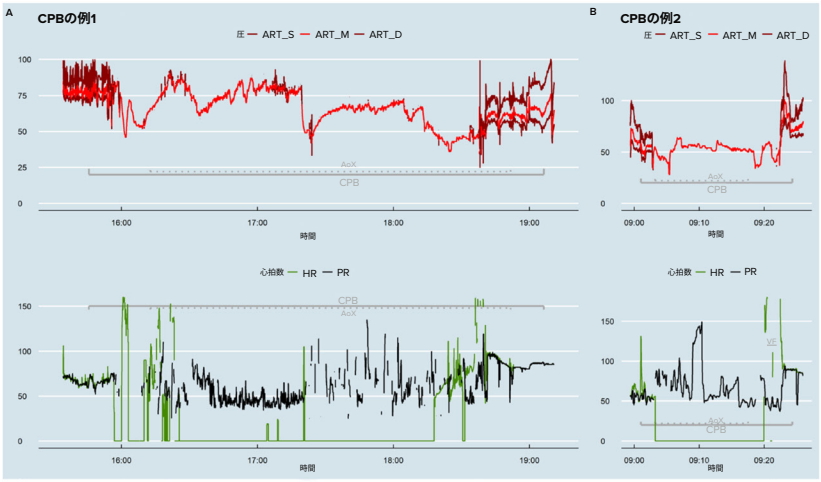


図1：人工心肺（CPB）と大動脈クロスクランプ（aortic cross-clamping, AoX）中の2つの症例における動脈圧、ECG由来の心拍数（HR）およびパルスオキシメータ由来の脈拍数（PR）。2番目の例では、クランプ解除後の心室細動（VF）中にもPR検出が維持されていることに留意する。

ここで報告された観察事項は、著者の施設のベッドサイド患者モニターの大幅な更新後に発生した。最初の観察は人工心肺（cardiopulmonary bypass, CPB）を使用している患者で発生し、2番目の観察は生命を脅かす不整脈を伴う非CPB患者で発生した。モニタリング設定はMasimo SETパルスオキシメータ（統合型SpO_2 バージョンMS:DSP:V05:03.01.08）で構成され、光プローブRD SET センサーメーカー推奨（Masimo Corporation、米国カリフォルニア州アーバイン）に従って指に（今回の心静止の症例では耳に）装着し、2～4秒間または4～6秒間のデータを平均化するように設定されている。POはMindray N1モニタリングに統合されており、PO脈拍数が可聴心拍数表示の一次情報源として設定されている（Mindray Global、南山、深セン、中華人民共和国）。Masimo POのスマートトーン機能はデフォルトで有効になっており無効にすることはできない。この機能は、シグナル対ノイズ比が低い状態でも可変ピッチ酸素飽和度トーンを維持するように設計されている。ただし、CPB下では、大動脈クロスクランプ中であっても、患者の少なくとも半数で誤った脈拍数がPOによって表示される。報告された脈拍数はCPBのポンプ設定とリンクしていなかった。図1は拍動がない期間中の2つの例を示しており、POは拍動停止前のベースラインに近い60台半ばの脈拍数を表示した。モニターの可聴音は一定のペースと安定したピッチを維持した。この経験をメーカーに報告したが、同社による最初の監査では誤作動は特定されなかった。メーカーのマニュアルには、「Masimo SETは動作中と低灌流中に、プレチスモグラフ波形が最適ではない場合でも、正確な動脈血酸素飽和度と脈拍数の測定値を報告し続ける」および「シグナルIQが低い場合でも測定は正しい可能性が高く、そうでなければシステムは値自体を表示しないことに留意することが重要である。」ということが書かれている。[1]しかし、今回のようなCPB下では、アルゴリズムが現在の脈拍数を正しく反映しないことが示唆される。

2番目の観察は生命を脅かす不整脈を伴う患者で起き、Masimo PO脈拍数が安定した心拍数とリズムを誤って表示した。CPB終了後に突然心室細動（ventricular fibrillation, VF）を発症した患者1人と極度の徐脈の患者2人で本インシデントに気づいた。VFは、大動脈弁置換のためのCPB後、胸骨が開いたままの外科的止血中に発生した（図2、左パネル）。その結果生じた心拍出量の低下は、低血圧と呼気終末二酸化炭素の低下によってあきらかになった。23秒後、除細動が成功し血行動態が回復した。

VF開始直後、患者は仰臥位で動かず、患者の指やPOに大きな外部の動きが加えられなかったにも関わらず、VFとその後の除細動の前後には存在しなかった不安定な振動がPOセンサーによって検知された。このエピソード中、PO脈拍数はVF開始後15秒で中等度の脈拍数の低下のみを示し、24秒後には64拍/分までしか低下しなかった。Mindrayモニターの可聴音もまた、脈拍数のこの中等度の低下を反映していた。除細動後のECG、動脈圧、プレチスモグラフ波形は、心拍数がVF前の心拍数に戻っていることを示している。ただし、ECGに基づく心拍数は二重にカウントされていたけれども、PO脈拍数は正確にVF前の心拍数に戻った。

ここに提供する情報は安全関連の教育が唯一の目的であって、医学的または法的助言を構成するものではない。個人または団体の回答は論評に過ぎず、教育や討論の目的で提供されるものであって、忠告やAPSFの意見ではない。APSFは特定の医学的または法的な助言を行うことや、投稿された問い合わせに対して特定の見解や推奨を是認することを意図していない。APSFは情報の信頼性に起因する、またはそれに関して生じたと考えられる損害・損失に対して、いかなる場合も直接的にも間接的にも責任・義務を負わない。

RAPID Response
読者からの質問

パルスオキシメータ(続き)

心静止の症例で(図2、右パネル)、同様の観察が見られた。これは、CPB前、ECMOカニューレ留置のために頸静脈へワイヤーを挿入中に発生した。POプレチスモグラフ波形は、心静止が始まった直後の不安定な振動シグナルを示している。血行動態破綻を伴う突然の心静止にもかかわらず、最低PO脈拍数は67拍/分にとどまった。ピッチは酸素飽和度低下に応じて下がったが、継続的な可聴心拍数は心静止イベントと一致していなかった。

考察

患者の動きと低灌流状態が酸素飽和度測定値の信頼性に与える影響はよく知られており、対処されている。[2,3]しかし、PO脈拍数測定の信頼性は、特に拍動性が低いまたは拍動がない状態で可聴音が影響を受けない場合において、依然として十分に精査されていない。PO脈拍数とECG心拍数の比較のほとんどは新生児ケアの現場で行われており、パルスオキシメータが生後最初の数分間の心拍数を過小評価することが知られている。[4] 研究では、最大35%の誤った徐脈測定値が報告されており[5]、1分あたり100拍未満の心拍数を検出する全体の感度は(わずか)89%である。[6]

私たちは今回の観察と臨床的影響の重大さに関する懸念をMasimo社とMindray社の両社に報告した。注目すべきことに、同様の観察結果が2007年にもMasimoに報告されていた。[7] これに基づいてMasimoはソフトウェアを調整し、スマートトーン設定を無効にできるようにした。スマートトーンは、もともとモーションアーチファクトの影響を最小限に抑えるために開発されたが、このアルゴリズムが深刻なリズム障害の場合でも誤認識される可能性があることを今回確認した。ただし、現在のMindrayモニターでは、スマートトーン機能が恒久的に有効になっている。おそらくこれが誤認識を招く可聴トーンレートの原因であり、メーカーはMindrayモニターでこの問題を解決できるように取り組んでいる。それまでの間、我々は細心の注意を払い、可能な限り脈拍数の測定源を動脈ラインにするよう調整する。この設定では、脈拍ピッチは依然としてPOシグナルから導出されるが、可聴脈拍数は実際の脈拍数を反映する。

Michael Vandenheuvel, MDは、ゲント大学病院(ベルギー)麻酔・周術期医学科のスタッフ麻酔科医である。

Patrick Wouters, MD, PhDは、ゲント大学病院(ベルギー)麻酔・周術期医学科の教授兼研究責任者である。

Luc De Baerdemaeker, MD, PhDは、ゲント大学病院(ベルギー)麻酔・周術期医学科の教授兼科長である。

著者らに開示すべき利益相反はない。

参考文献

1. Masimo Inc. Masimo Signal I.Q. whitepaper. 2010. www.asa-abstracts.com. Accessed September 4, 2023.
2. Louie A, Feiner JR, Bickler PE, et al. Four types of pulse oximeters accurately detect hypoxia during low perfusion and motion. *Anesthesiology.* 2018;128:520–530. PMID: 29200008.
3. Giuliano KK, Bilkovski RN, Beard J, Lamminmäki S. Comparative analysis of signal accuracy of three SpO_2 monitors during motion and low perfusion conditions. *J Clin Monit Comput.* 2023:1–11. PMID: 37266709.
4. Anton O, Fernandez R, Rendon-Morales E, et al. Heart rate monitoring in newborn babies: a systematic review. *Neonatology.* 2019;116:199–210. PMID: 31247620.
5. Khoury R, Klinger G, Shir Y, et al. Monitoring oxygen saturation and heart rate during neonatal transition. comparison between two different pulse oximeters and electrocardiography. *J Perinatol.* 2021;41:885–890. PMID: 33250516.
6. Kamlin COF, Dawson JA, O'Donnell CPF, et al. Accuracy of pulse oximetry measurement of heart rate of newborn infants in the delivery room. *J Pediatr.* 2008;152:756–760. PMID: 18492509.
7. Forde RER, DeBros FM, Guimaraes EL, Sandberg WS. Misleading behavior of Masimo pulse oximeter tone during profound bradycardia. *Anesthesiology.* 2007;107:1038–1039. PMID: 18043086.

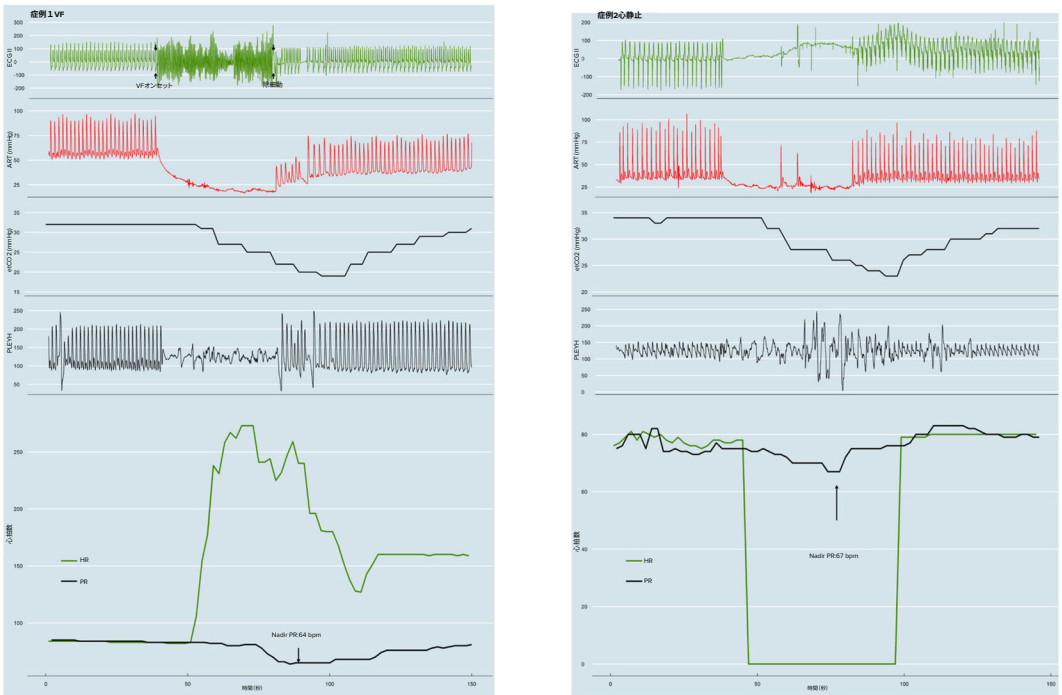


図2:ECG、動脈圧、呼気終末カプノグラム、およびパルスオキシメータのデータと、ECG由来の心拍数(HR)およびパルスオキシメータ由来の脈拍数(PR)。突然発症した心室細動(左)と急性心静止(右)。血行動態への影響を伴うが、パルスオキシメータの脈拍数測定に大きな影響はない。

ここに提供する情報は安全関連の教育が唯一の目的であって、医学的または法的助言を構成するものではない。個人または団体の回答は論評に過ぎず、教育や討論の目的で提供されるものであって、忠告やAPSFの意見ではない。APSFは特定の医学的または法的な助言を行うことや、投稿された問い合わせに対して特定の見解や推奨を是認することを意図していない。APSFは情報の信頼性に起因する、またはそれに関して生じたと考えられる損害・損失に対して、いかなる場合も直接的にも間接的にも責任・義務を負わない。

RAPID Response
読者からの質問

パルスオキシメータ：応答

引用：Pulse rate from pulse oximeter displayed and audible tone generated during absence of physiologic pulse—Masimo response. APSF Newsletter.2024;39:58–59.

生理的脈拍がないときに表示されるパルスオキシメータからの脈拍数と可聴音 - Masimo応答

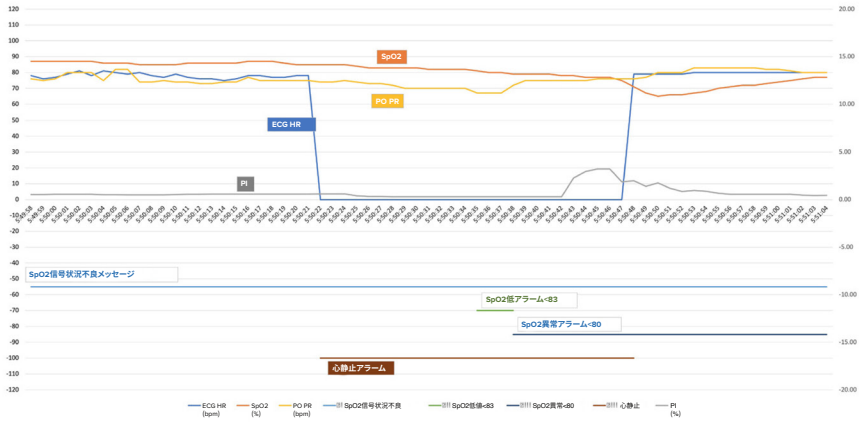
回答：

MasimoはVandenheuveらのレポートを精査し、読者と共有すべき重要な洞察を明らかにした。APSFへのレポート提出に加え、UZ GhentはMasimoに連絡し、MindrayモニターのMasimo SETボードからの脈拍数（PR）測定とそれに関連する可変ピッチトーンが、人工心肺(CPB)中と、無脈性不整脈（心室細動VFと心静止）を伴う非CPB症例の2件で、実際の脈拍数を示さなかった症例を報告した。Masimoには、心静止の症例で使用されたパルスオキシメータ（PO）センサー（RD SET E1耳センサー）、Mindrayモニターからのデジタルデータセット、アラームメッセージ（図3、上部パネルにプロット）が提出された。VFとCPB症例では、限られたMindrayデータセット（センサーは除く）のみ入手できた。APSFへのレポートに提示された圧縮生理学的波形もMasimoに転送された。

Masimoは耳センサーをテストしたが、作動は仕様内であった。心静止の症例のパラメータとアラームデータは、ECG、動脈圧、$EtCO_2$、SpO_2プレチスモグラフ波形（pleth）、ECGに基づく心拍数（HR）とプレチスモグラフィーに基づくPRと比較された。

調査結果：

- UZ Ghentチームによると、心静止はCPB前ECMOワイヤー/カニューレを頸静脈に挿入しようとしている時に始まり、挿入をやめた26秒後に終了した。
- 圧縮波形は、ECG、動脈、プレチスモグラフ波形での心静止イベント中の数拍動を示している。
- Mindrayモニター（Masimo SET使用）は、イベントのかなり前と後に、SpO_2シグナル品質が低いことを伝えていた。シグナル品質が低いとタイムリーで正確な測定が損なわれる可能性があるため、これは重要である。
- プレチスモグラフ波形は、心静止が始まった直後に振動シグナルを記録した。POセンサーが耳に装着されたことを考慮すると、ECMOワイヤー/カニューレの挿入中と抜去中に頭/首/耳の近くで医師が行った動作が意図しない動きを引き起こし、その結果としてプレチスモグラフ波形上のアーチファクトが発生し、POに基づいたPR測定に影響を与えた可能性は十分にある。Masimo SETは、モーションアーチファクトがない場合、心静止の8秒未満でアラームをトリガーするように設計されている。POによる心静止イベントのタイムリーな認識は、プレチスモグラフ信号の振動アーチファクトとECG波形と動脈波形の両方に見られる心静止中期心拍によって妨げられた可能性があり（図3の紫色のボックスを参照）、PR推定の精度に影響を与えた。
- Mindrayデータは、SpO_2が85%から67%に低下し、心静止開始から約13秒後に低SpO_2アラームが発生したことを示している。



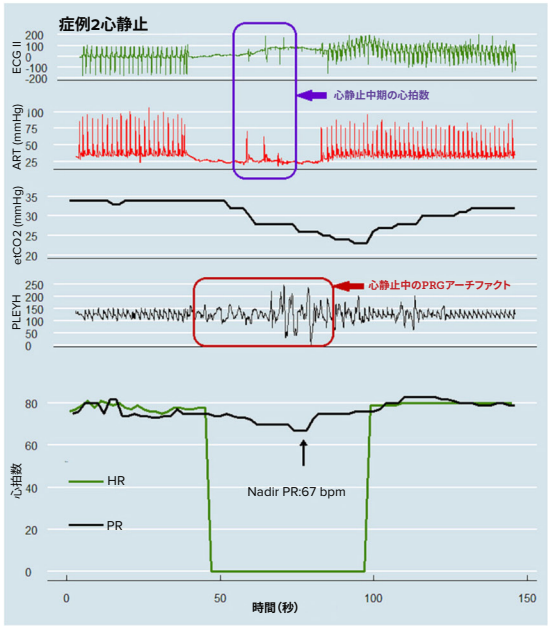


図3：上パネル：表示されたSpO_2、PO PR、ECG HRデータと、心静止症例中に起きた技術的なアラームメッセージ（説明、タイミング、期間）のプロット。データセット期間中を通して「SpO_2信号状況不良」が表示され、「SpO_2低値<83」のアラームは心静止イベント開始から13～16秒の間に発生し、「SpO_2異常<80」のアラームは心静止イベントの16秒目から表示されデータセットの終わりまで続いたことに留意する。

下パネル：Vandenheuvelらによる心静止症例データ。心静止中期の心拍は紫色の四角形で強調され注釈が付けられている（圧縮されたECG波形と動脈ラインレースの圧脈動の同時「スパイク」）。

UZ GhentはVF症例で使用されたセンサーをMasimoに提出しなかった。ただし、圧縮パラメータ波形と1 Hzパラメータデータは送信した。アラームメッセージデータは送信しなかった。このデータの精査から得られた主な所見は次のとおりである。

ここに提供する情報は安全関連の教育が唯一の目的であって、医学的または法的助言を構成するものではない。個人または団体の回答は論評に過ぎず、教育や討論の目的で提供されるものであって、忠告やAPSFの意見ではない。APSFは特定の医学的または法的な助言を行うことや、投稿された問い合わせに対して特定の見解や推奨を是認することを意図していない。APSFは情報の信頼性に起因する、またはそれに関して生じたと考えられる損害・損失に対して、いかなる場合も直接的にも間接的にも責任・義務を負わない。

RAPID Response
読者からの質問

パルスオキシメータ：回答（続き）

- 心室細動は約24秒続き、除細動して収まった。
- 圧縮波形には、VF開始数秒後に不安定な振動シグナルがプレチスモグラフに現れるまで、目に見えるアーチファクトは示されていない。
- このアーチファクトはVFエピソード前後には存在しなかったため、不安定なプレチスモグラフシグナルは、除細動の準備中と実施中に臨床医によって引き起こされたモーションアーチファクトを反映している可能性がある。

さまざまな生理学的モニタリングパラメータが独自の精度、安定性、信頼性、交絡因子特性を持っていることはよく知られている。たとえば、VF症例での除細動後のHRは、ECGモニタリングのシグナルベースの限界を浮き彫りにしている。ECGトレースは、HRがVF前の78〜80BPMの心拍数に戻っていることを示している。ただし、除細動後のECGでおそらく顕著な「T」波または「P」波がHRをダブルカウントしたが、PO由来のPRは正確にVF前の脈拍数に戻った。

同様に、センサー経路内の光密度の変化を測定するプレチスモグラフ波形にはシグナル発生源に基づく制限がある。具体的には、真の動脈圧拍動が存在しない場合、真のプレチスモグラフィー（臨床医/動作または装置によって引き起こされる）の形状を模倣する可能性のある交絡振動シグナルがECG由来のHRとは違うPRを表示する可能性がある。

Masimoのプレチスモグラフ波形は、光センサーによって記録された生のシグナルを反映していることに留意することが重要である。波形の形状は光シグナルの真の変化を表す。Masimo SET独自のシグナル処理アルゴリズムは、動作時と低灌流時の脈拍数とオキシヘモグロビン飽和度を正確に推定するように設計されている。ただし、真の動脈圧拍動が存在せず、交絡因子により振動するプレチスモグラフシグナルが存在する心静止の症例のシナリオは、一般的に、パルスオキシメトリー技術の限界を表している。

CPBの例では、どちらの場合もCPB中の平均動脈圧の大きな変動を示している。最初の症例では、心臓が拍動していない時にECG由来のHRとPO由来のPRの両方が上昇している。非生理学的プレチスモグラフ波形は、CPBローラーポンプによって生じる小さな脈圧によるものと考えられる。この現象は、心臓麻酔の専門家には以前より知られている。[1] Masimo SETは多くの場合にこれらの脈動を検出できるが[1]、CPB中はPOが信頼できない。確かに、ReichらはPOデータが少なくとも10分間信頼できなかった症例のうち、CPBが30%以上を占めたと報告した。[2]

最後に、Vandenheuvelらの考察で著者らは「Masimoのスマートトーンはもともとモーションアーチファクトの影響を最小限に抑えるために開発された」と誤って述べている。Masimoのスマートトーン機能は、シグナル対ノイズ比が低い状態で可変ピッチトーンを有効にするかどうかのみを決定する。スマートトーンが有効な場合、PR周波数を反映したトーンとSpO_2%を反映したピッチが発せられる。スマートトーンが無効になっている場合、シグナル対ノイズ比が低い状態で拍動トーンは発せられない。低シグナル状態で可変の酸素飽和度ピッチとPR周波数を聞く機能は、アーチファクトが一般的で患者を一貫して看視する医療現場では好評であるが、これらの状態が一般的ではない医療領域ではあまり適していない。

スマートトーン機能は Masimoモニターで構成可能な設定であり、ユーザーがその仕組みを理解せず使用症例の状況に応じて「オン」または「オフ」にする方法を知らないのにスマートトーンが有効になる可能性を最小限に抑えるために、デフォルトで「オフ」に設定されている。ただし、Mindrayモニター上の現在の展開ではスマートトーンはデフォルトで「オン」になっており「オフ」にすることができない。UZ Ghentでの経験を学んだ後、Mindrayは臨床的および技術的問題を謙虚に検討し、スマートトーンを構成可能な設定にしてデフォルトは「オフ」にすることに同意した。

要約すると、UZ Ghentの医師が取り上げた症例は、POに基づいたPRとECGに基づいたHR測定に影響を与える可能性がある交絡状態について、またマルチパラメータモニターのスマートトーン機能の独自展開による臨床応用における潜在的なマイナス面について、臨床医に洞察と警告を与えている。MasimoとMindrayは、UZ Ghent医師との協力によるMindrayモニタースマートトーン展開の計画的変更に示されているように、当社製品のユーザー満足度を高める潜在的な機会への重要なインプットとして、顧客からのフィードバックを活用している。

敬具

Vikrant Sharma, PhD
Masimo Corp（カリフォルニア州アーバイン）、Optical Sciencesの副本部長

Steven J. Barker, PhD, MD
Masimo Corp（カリフォルニア州アーバイン）、チーフサイエンスオフィサー

Rick Fishel
Masimo Corp（カリフォルニア州アーバイン）、World Wide OEM and Strategic Business Developmentの部門長

Daniel Cantillon, MD
Masimo Corp（カリフォルニア州アーバイン）、チーフメディカルオフィサー

William C. Wilson, MD, MA
Masimo Corp（カリフォルニア州アーバイン）、Clinical Operationsの副本部長

情報開示：Vikrant Sharma、Rick Fishel、Daniel CantillonとWilliam C. WilsonはMasimoの正社員である。Steven J. BarkerはMasimoのパートタイム従業員である。

参考文献

1. Irita K, Kai Y, Akiyoshi K, et al. Performance evaluation of a new pulse oximeter during mild hypothermic cardiopulmonary bypass. *Anesth Analg*. 2003;96:11–14. PMID: 12505915.
2. Reich DL, Timcenko A, Bodian CA, et al. Predictors of pulse oximetry data failure. *Anesthesiology*. 1996;84:859–64. PMID: 8638840.

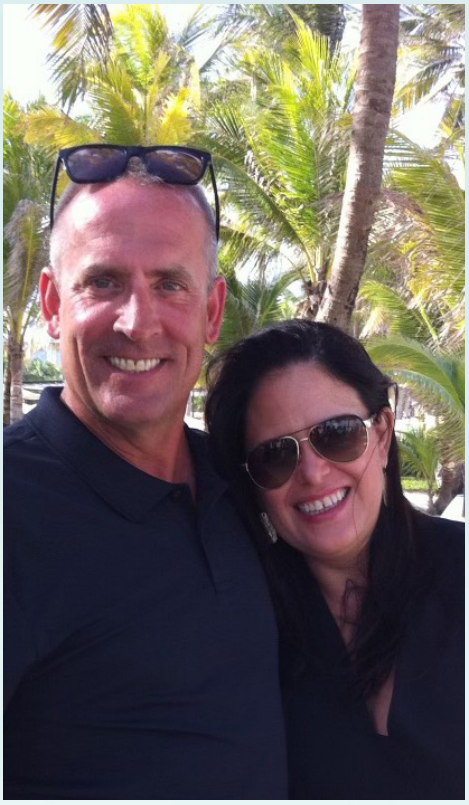
ここに提供する情報は安全関連の教育が唯一の目的であって、医学的または法的助言を構成するものではない。個人または団体の回答は論評に過ぎず、教育や討論の目的で提供されるものであって、忠告やAPSFの意見ではない。APSFは特定の医学的または法的な助言を行うことや、投稿された問い合わせに対して特定の見解や推奨を是認することを意図していない。APSFは情報の信頼性に起因する、またはそれに関して生じたと考えられる損害・損失に対して、いかなる場合も直接的にも間接的にも責任・義務を負わない。

Legacy Societyメンバーに関するスポットライト

DruとAmie Riddle

「麻酔治療によって誰も害を受けるべきではありません。」患者の安全なケアを確保するために専門職としてのキャリア全体を捧げてきた私たちにとって、APSFの使命は深く共鳴しました。APSFはこの目標を達成するために不可欠な部分であり、私たちはこの財団が長く続くことを願って支援できることを誇りに思っています。レガシー寄付はどのような組織にとっても重要であり、私たちは個人的および職業的価値観と一致する組織をサポートできることを光栄に思います。

Druは認定看護師麻酔科医（CRNA）であり、Amieは精神科メンタルヘルスナースプラクティショナー（PMHNP）です。



Brian Thomas と Keri Voss

全国の麻酔医療の大手保険会社であるPreferred Physicians Medical（PPM）のリスク管理担当副社長として、また弁護士としてのキャリアのほぼすべてを、患者の安全性を向上させるための麻酔専門家向けのリスク管理サービスの提供に捧げてきました。PPMは、30 年以上にわたってAnesthesia Patient Safety Foundation（APSF）の企業スポンサーおよび患者安全パートナーを務めています。この期間中、APSFとPPMは、APSFニュースレター、ASAモニターおよびAnesthesia & Analgesiaでのいくつかの患者安全に関する記事の執筆および共同執筆など、多くの重要な患者安全への取り組みやプロジェクトで協力してきました。また、ASPF Stoelting Conferenceゲストスピーカーを務めることができ、APSF Patient Safety PodcastとAPSFニュースレターの「In the Literature」の概要要約に貢献することができて光栄です。

APSFとの私の個人的な経験は、10年以上前、私のメンターの1人であり、APSF Legacy Societyメンバーでもあるsteve Sanford氏がAPSFファミリーと私の最初のStoelting Conferenceに紹介してくれたときに始まりました。それ以来、2018年よりAPSFニュースレター編集委員会および企業諮問委員会の委員を務め、2019年よりAPSF理事会の委員を務めるという恩恵と栄誉に恵まれました。APSFは、世界で最も広く認知され、尊敬されている患者安全組織の1つです。このような崇高な組織の一員となり、最も優秀で精力的で多様な麻酔指導者や関係者らと協力し、「麻酔ケアによって誰も害を及ぼさない」というAPSFビジョンの実現に向けて努力を続けることは、私にとって大きな喜びでした。私のプロとしてのキャリアの中で最もやりがいのある経験をまとめました。以上の理由、さらに多くの理由により、妻のKeriと私は、APSF Legacy Societyの他の寛大なメンバーに加わり、エステートプランニングの一環としてAPSFを将来にわたって支援できることを誇りに嬉しく思います。

麻酔学の未来を守るという普遍の信念。

2019年に設立された**APSF Legacy Society**は、我々が深く情熱を注ぐ専門職を代表して患者安全の研究と教育が継続できるよう財産、遺言、または信託を通じて財団にご寄付される方に敬意を表します。

APSFは、財産または遺産を通じてAPSFを惜しみなく支援してきた初代メンバーに感謝いたします。

プランド・ギビング（Planned giving）の詳細については、APSF開発ディレクターのSara Moser: moser@apsf.orgへお問い合わせください。

ご参加ください！https://www.apsf.org/donate/legacy-society/

あなたの寄付は重要なプログラムに資金を提供します。

スキャンして寄付してください

https://www.apsf.org/donate/

APSF Newsletterが世界に届く

現在、中国語、フランス語、日本語、ポルトガル語、スペイン語、ロシア語およびアラビア語に翻訳されており、234か国以上で購読されています。

apsf.org

700,000

一年間あたりの固有の訪問者数

APSF読者の皆様：
麻酔科医、CRNA、
CAA、看護婦、
外科医、歯科医、
医療専門家、リスク管理者、
業界リーダーなど

これまでに実施されたAPSFコンセンサス会議数

22

（登録料なし）

1,350万ドル

以上の研究助成金の授与