

心臓手術室の医療安全：ヒューマンファクターとチームワーク：
米国心臓協会（American Heart Association）からの科学ステートメント

**Patient Safety in the Cardiac Operating Room:
Human Factors and Teamwork:
A Scientific Statement from the American Heart Association**

Joyce A. Wahr, Richard L. Prager, J.H. Abernathy III, Elizabeth A. Martinez, Eduardo Salas, Patricia C. Seifert, Robert C. Groom, Bruce D. Spiess, Bruce E. Searles, Thoralf M. Sundt III, Juan A. Sanchez, Scott A. Shappell, Michael H. Culig, Elizabeth H. Lazzara, David C. Fitzgerald, Vinod H. Thourani, Pirooz Eghtesady, John S. Ikonomidis, Michael R. England, Frank W. Sellke and Nancy A. Nussmeier

on behalf of the American Heart Association Council on Cardiovascular Surgery and Anesthesia, Council on Cardiovascular and Stroke Nursing, and Council on Quality of Care and Outcomes Research

Circulation. published online August 5, 2013;
Circulation is published by the American Heart Association, 7272 Greenville Avenue, Dallas, TX 75231 Copyright © 2013 American Heart Association, Inc. All rights reserved.
Print ISSN: 0009-7322. Online ISSN: 1524-4539

The online version of this article, along with updated information and services, is located on the World Wide Web at:
<http://circ.ahajournals.org/content/early/2013/08/05/CIR.0b013e3182a38efa.citation>

Permissions: Requests for permissions to reproduce figures, tables, or portions of articles originally published in *Circulation* can be obtained via RightsLink, a service of the Copyright Clearance Center, not the Editorial Office. Once the online version of the published article for which permission is being requested is located, click Request Permissions in the middle column of the Web page under Services. Further information about this process is available in the Permissions and Rights Question and Answer document.

Reprints: Information about reprints can be found online at:
<http://www.lww.com/reprints>

Subscriptions: Information about subscribing to *Circulation* is online at:
<http://circ.ahajournals.org/subscriptions/>

心臓手術室の医療安全： ヒューマンファクターとチームワーク： 米国心臓協会(American Heart Association)からの科学ステートメント

Joyce A. Wahr, MD, FAHA, Co-Chair ; Richard L. Prager, MD, FAHA ;
J.H. Abernathy III, MD ; Elizabeth A. Martinez, MD ; Eduardo Salas, PhD ;
Patricia C. Seifert, MSN ; Robert C. Groom, CCP ; Bruce D. Spiess, MD, FAHA ;
Bruce E. Searles, MS, CCP ; Thoralf M. Sundt III, MD ; Juan A. Sanchez, MD ;
Scott A. Shappell, PhD ; Michael H. Culig, MD ; Elizabeth H. Lazzara, PhD ;
David C. Fitzgerald, CCP, FAHA ; Vinod H. Thourani, MD ;
Pirooz Eghtesady, MD, PhD, FAHA ; John S. Ikonmidis, MD, PhD, FAHA ;
Michael R. England, MD ; Frank W. Sellke, MD, FAHA ; Nancy A. Nussmeier, MD, FAHA, Co-Chair ;
on behalf of the American Heart Association Council on Cardiovascular Surgery and
Anesthesia, Council on Cardiovascular and Stroke Nursing,
and Council on Quality of Care and Outcomes Research

心臓手術室は、複雑な医療行為が行われる場であり、重度の心疾患と重大な合併症に苦しむ患者を治療するべく、高度な訓練を受けた医師およびメディカルスタッフが精巧な器具を用いてチームとして治療に取り組む場所である。近年の心臓手術の進歩により、何千もの患者の命が救われ、その予後も著しく改善された。実際、冠動脈バイパス術の手術死亡率と合併症発生率は、過去10年間にわたり低下を続けている(図1)¹。だが、高い技術を有し献身的に仕事に励む心臓手術室のスタッフであっても、人間である以上はエラーを起こす。1991年に発表されたLeapeらの報告^{2,3}によると、1984年にニューヨークで入院した計200万人の患者のなかで(不注意によるものを含めて)27,179件の有害事象が発生していたとの推計が発表された。他の報告でも、入院患者の最大16%が実際に被害を

被ったことを示唆するエビデンスもあるという⁴。Gawandeら⁵は、外科における有害事象の発生率が心臓外科の患者では12%であるのに対し、他の領域の外科患者では3%であったことを報告し、有害事象の54%は防止できると主張した。現在、心臓手術を受ける年間約35~50万人の患者のうち、有害事象は28,000名に発生し、冠動脈バイパス術に関連する死亡の3分の1は予防可能であると考えられている⁶。

洗練された医療技術、先進的なテクノロジー、医療チーム内での連携の推進により、心臓手術の成績は著しく改善された。しかしながら、米国医学院(Institute of Medicine)の報告書⁷が出されて10年以上が経過した現在においても、エラーの減少や防止が大いに進んだというエビデンスはほとんど得られていない⁸。潜在的なリスクを測

The American Heart Association makes every effort to avoid any actual or potential conflicts of interest that may arise as a result of an outside relationship or a personal, professional, or business interest of a member of the writing panel. Specifically, all members of the writing group are required to complete and submit a Disclosure Questionnaire showing all such relationships that might be perceived as real or potential conflicts of interest.

This statement was approved by the American Heart Association Science Advisory and Coordinating Committee on June 6, 2013. A copy of the document is available at <http://my.americanheart.org/statements> by selecting either the "By Topic" link or the "By Publication Date" link. To purchase additional reprints, call 843-216-2533 or e-mail kelle.ramsay@wolterskluwer.com.

The American Heart Association requests that this document be cited as follows: Wahr JA, Prager RL, Abernathy JH 3rd, Martinez EA, Salas E, Seifert PC, Groom RC, Spiess BD, Searles BE, Sundt TM 3rd, Sanchez JA, Shappell SA, Culig MH, Lazzara EH, Fitzgerald DC, Thourani VH, Eghtesady P, Ikonmidis JS, England MR, Sellke FW, Nussmeier NA; on behalf of the American Heart Association Council on Cardiovascular Surgery and Anesthesia, Council on Cardiovascular and Stroke Nursing, and Council on Quality of Care and Outcomes Research. Patient safety in the cardiac operating room: human factors and teamwork: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*. 2013; 128: 1139-1169.

Expert peer review of AHA Scientific Statements is conducted by the AHA Office of Science Operations. For more on AHA statements and guidelines development, visit <http://my.americanheart.org/statements> and select the "Policies and Development" link.

Permissions: Multiple copies, modification, alteration, enhancement, and/or distribution of this document are not permitted without the express permission of the American Heart Association. Instructions for obtaining permission are located at http://www.heart.org/HEARTORG/General/Copyright-Permission-Guidelines_UCM_300404_Article.jsp. A link to the "Copyright Permissions Request Form" appears on the right side of the page.

(*Circulation*. 2013; 128: 1139-1169.)

©2013 American Heart Association, Inc. DOI: 10.1161/CIR.0b013e3182a38efa

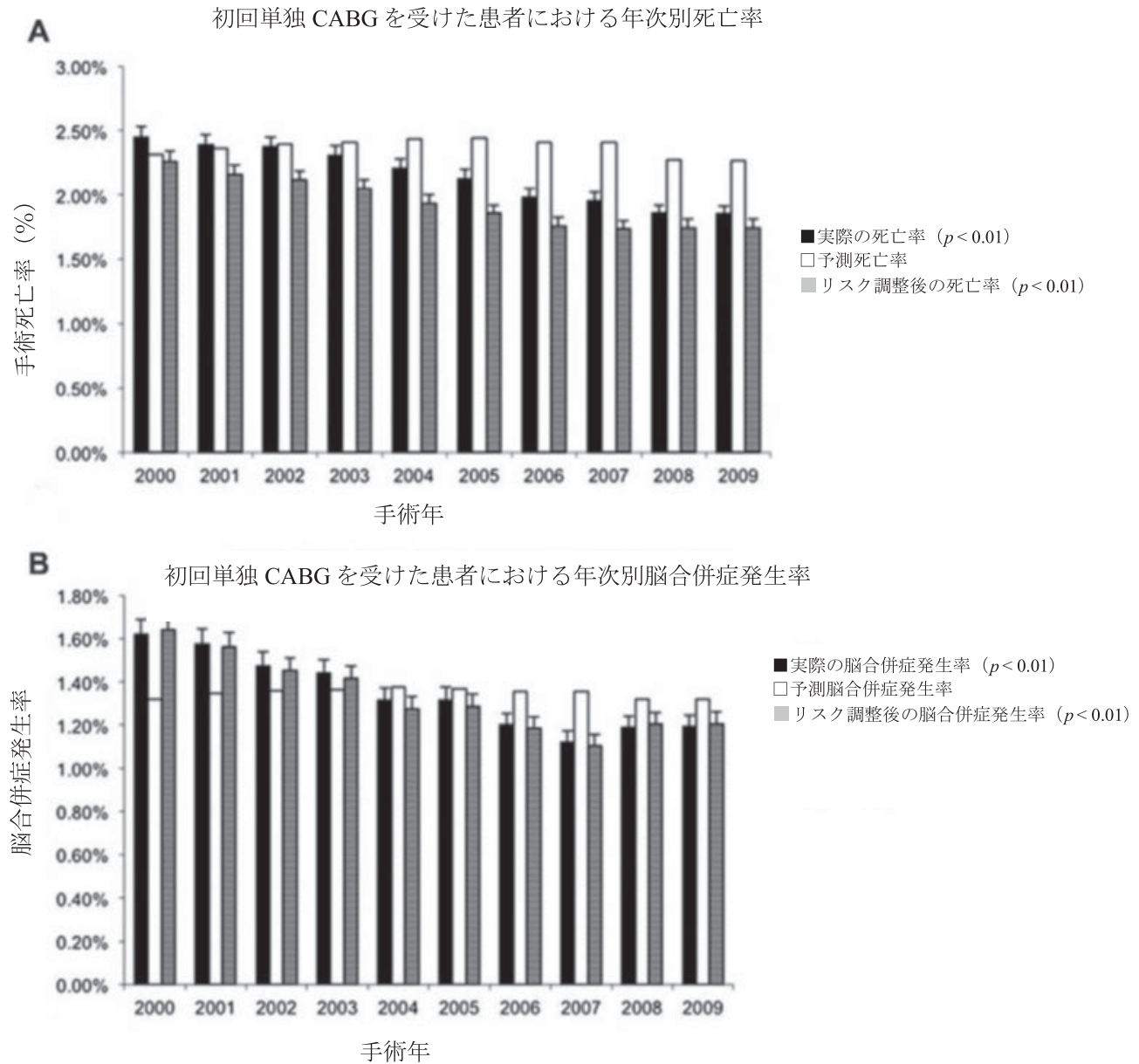


図1 単独冠動脈バイパス術 (CABG) 患者における手術死亡率と脳合併症発生率の推移 (2000~2009年). 調査期間中, 実際の手術死亡率は 24.4% (2.4% から 1.9% へ) 低下し, 実際の脳合併症発生率は 26.4% (1.6% から 1.2% へ) 低下した. Elsevier の許可を得て ElBardissi ら¹ から転載. ©2012 American Association for Thoracic Surgery

定するツールや医療安全を改善するための方策は, いまだ開発とテストの初期段階にあり⁹, 医療安全研究のための資金投入も不十分なままである. 既報の文献からは医療安全対策の成果が表れたというエビデンスは限られたものしか得られていない^{8,9}. さらに, 既存研究の大部分はその性格上, 質的あるいは記述的な研究であり, 従来型の定量的な統計解析には利用できない. そのため, このような研究に精通した臨床医は少ないのが現状である.

防止できるエラーの多くは, 医療技術や訓練, 知識などに関係したのではなく, 認識, システム, チームワークの欠如を反映している (図 2)¹⁰⁻¹⁴. コミュニケーション

や協力, 共同作業, リーダーシップなどのノンテクニカルスキルは, チームワークの重要な構成要素であり, こうした対人技能の欠如はしばしば有害事象やエラーの誘因となる¹⁵⁻¹⁷. 訴訟に発展した手術症例を対象としたレビューでは, 賠償に至ったシステムとしての失敗の 87% をコミュニケーションの失敗が占めていた¹⁸. そして, それらのコミュニケーションの失敗は, 医療従事者と患者の間ではなく, 主として医療従事者の間で発生していた.

手術手順の妨げや手術の停滞につながるチームワークの失敗は, このほか頻繁に起こっており, 心臓手術を対象とした研究¹⁹によると 1 時間当たり 17.4 回, 他の研究²⁰

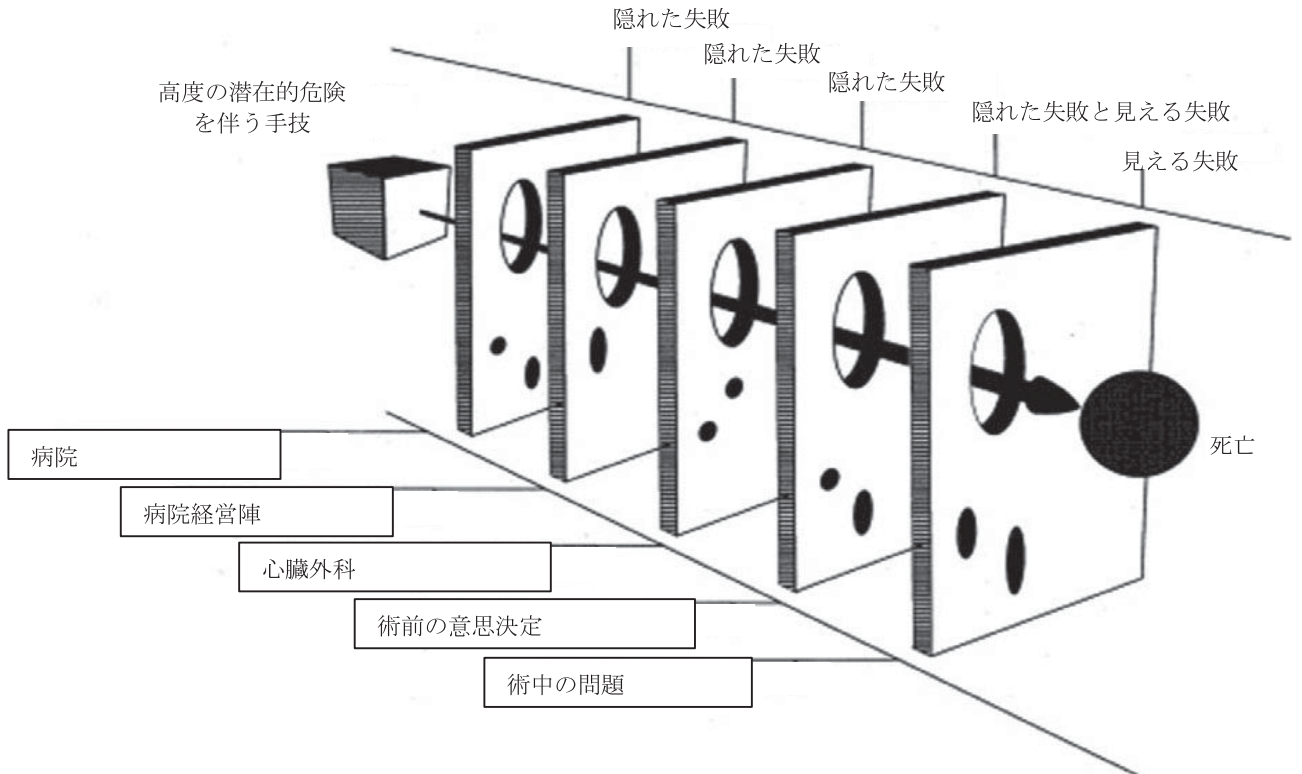


図2 事故モデル。高度の潜在的危険を伴う手技においては、病院、病院経営陣および個人のヒューマンエラーに起因した見える失敗と隠れた失敗が重なると、有害事象の発生につながる場合がある。Elsevierの許可を得てCartheyら¹³から転載。©2001 American Association for Thoracic Surgery

では1時間当たり11回の頻度と報告されている。ここで重要なことは、このように手術の停滞が重なってくると、技術的なエラーの発生から有害な結果を招くということである²¹⁻²³。このような停滞の原因の多くはチームワークの欠如に関連したものであり、こうした停滞は手術エラーにつながる人が多いことが示されている²⁰。

軽微なイベント、すなわち患者の手術結果には影響を及ぼさないと考えられるイベントですら、チームが重大なイベントから立ち直る能力を損なうことにより、死亡とニアミスの双方と有意に関連する²²。ある研究では、1件の手術で発生する軽微な問題の件数は平均9.9回であり、この平均を3回上回る毎に、術中のパフォーマンスが目に見えて落ち、手術時間が延長していた²³。軽微な停滞とイベントの発生が蓄積してくると、重大なエラーに対処する心臓手術チームの能力が損なわれるものと考えられる²⁴。要するに、「ちりも積もれば山となる」のである^{17,25}。

手術チームの各メンバーがもつ自身や同僚のチームワークスキルに関する認識はメンバーごとに異なる。複数の研究でなされた検討では、コミュニケーションスキルとチームワークスキルに関する外科医と麻酔科医の自己評価は、同じチーム内の看護師や体外循環技士の見解とは大きく異なる^{26,27}。外科医は他の外科医とのチームワークについて、85%が「高い/非常に高い」と評価したが、看護師は自身と外科医の連携について「良い/非常に良い」と評価

したのは48%にとどまったのである²⁸。チームワークスキルを客観的に評価できれば、メンバー間の技能水準の差を明らかにして、教育と訓練の機会につないでいくことができる²⁹。

本文書で示す科学ステートメントには、チームワークスキルに関する多くのデータを盛り込んでいるが、重点はコミュニケーションに置いている。米国医療機関認定合同委員会 (Joint Commission on Accreditation of Healthcare Organizations) の報告によると、コミュニケーションの失敗は2004~2012年に報告された警鐘イベント (sentinel event) の根本原因のうち、65%と最大の割合を占めており、投薬ミス、手術部位の取り違い、術中および術後イベントの主要な発生要因であった³⁰。また、心臓手術ではチームワークの不具合が頻繁に起きていること (慣れたチームでも手術1件当たり5.4回、不慣れたチームでは手術1件当たり15.4回) を示した研究もあり、それらのチームワークの不具合をもたらした主な原因 (89%) はコミュニケーション不足によるものであった²¹。

米国心臓協会 (American Heart Association) は、今回この科学ステートメントの作成にあたり、医療安全上のリスクに関するエビデンスを要約するとともに、心臓手術における周術期リスクとヒューマンエラーを低減するための対策を明確化するように努めた。医療安全に対するすべての潜在的リスクとそれに対する対策を網羅した包括的レ

ビューは膨大な分量に及んだが、そこでは手術手技（冠動脈バイパス術での内胸動脈の使用など）、さまざまな人工心肺手技、感染や体内への器材の置き忘れを減らすための手法といった多岐にわたるトピックがあげられた。そこでわれわれは、チームワーク（特に心臓手術チームが手術室内や他の医療チームとの間で情報をやりとりする方法）に影響を及ぼすヒューマンファクター、環境要因および文化的要因に焦点を合わせることにした。本ステートメントでは、チーム内およびチーム間のコミュニケーション、物理的な業務環境（空間、設備および人間工学）とそれらがチームワークに与える影響、ならびに心臓手術室の組織文化（安全文化と医療の質改善）について、最新の知見を系統立てて記載している。

当初は心臓手術の環境におけるチームワークについて検討した研究を重視する予定であったが、必要に応じてそれ以外の文献も引用して、心臓手術の文献に特に不足している重要な概念を提示した。心臓手術に関する研究の多くが、エラーの重大な原因としてコミュニケーション不足をあげているが、有効なコミュニケーションと不完全なコミュニケーションの基礎をなす概念について検討を行っているのは、主に認識心理学の文献であったため、「コミュニケーションとチームワーク」の項ではこれらの参考文献も引用した。同様に、本ステートメントでは心臓手術に焦点を当てながらも、他の外科領域から得られた関連データも含めている。心臓外科に限定された参考文献の特定を試みたが、さらに詳細な情報を求める読者は個々の参考文献を参照されたい。今回は心臓手術に焦点を絞っているために、活発に研究が行われている領域でも、対象範囲外であったことから除外した価値の高い文献も多数あり、これらについては、他の科学ステートメントや同様のレビューで要約されることを期待する。最後になるが、この科学ステートメントは、重大な知識の欠落と更なる研究が待たれる領域の特定を目的としている。

本ステートメントは、米国心臓協会（AHA）の American Heart Association's Council on Cardiovascular Surgery and Anesthesia の委員で構成される執筆委員会と以下の非営利団体の協力会員が共同執筆したものである。参加非営利団体：心血管麻酔学会 [Society of Cardiovascular Anesthesiologists] とその FOCUS 構想 [Flawless Operative Cardiovascular Unified Systems]、胸部外科医学会 [Society of Thoracic Surgeon, STS]、周術期管理看護師協会 [Association of Perioperative Registered Nurses, AORN]、ヒューマンファクター・人間工学会 [Human Factors and Ergonomics Society, HFES]、米国体外循環技術学会 [American Society of Extra-corporeal Technology]。われわれは、本ステートメントで提示したデータと推奨策が、心臓手術室におけるヒューマンエラーを減らし医療安全を改善するという難題に対処するための更なる研究を促進する原動力となることを望んでいる。そのような研究は、すべての手術室に加えて、血管内治療や電気生理学的検査の実施環境にも広く適用されるべきである。特に心臓カテーテル法と電気生理学

検査、さらには弁膜疾患の経皮的治療や経皮的循環補助装置、大動脈瘤に対するステントグラフト治療などのために設計されたハイブリッド手術室を始めとする他の治療環境についても、この科学ステートメントによって医療安全に関する同様の検討の実施が促進されることを期待している。

医療安全の評価

医療安全を改善する方法を理解するには、これまでに研究者たちがノンテクニカルスキルとその影響をどのように評価してきたかを理解する必要がある。そのために第1に必要となるのは共通の語彙であり、「ノンテクニカルスキル (nontechnical skill)」という用語を定義して、研究の比較と議論を信頼に足るものとしなければならない。第2には、ヒューマンエラー (human error) の減少、あるいは医療安全に関する特定のノンテクニカルスキルの影響を定量化する必要がある。第3に、個人およびチームのノンテクニカルスキルを改善するための対策を立て、その有効性を検証する必要がある。そして第4に、ノンテクニカルスキルの改善がエラーの減少と（望むらくは）最終的な患者の転帰に与える影響を研究し、その進歩を実証しなければならない³¹。

テクニカルスキルは客観的に測定可能（たとえば1分間に作れる結び目の数など）であるが、ノンテクニカルスキルを測定するには、専門家による観察評価や一見すると主観的な評価が必要となる場合が多い。こうした観察調査は大半の臨床医にとって馴染みがないが、この方法により、手術室で発生する有害事象の件数、種類、重症度がすでに特定されており¹³、有害事象発生の誘因となるチームおよび個人の多くの行動と、優れた手術でよくみられる行動も明らかにされている^{12,32}。しかしながら、この観察調査にも限界がある。それは、有効な結果を得るには観察者を訓練する必要があり、訓練しても全員が調査の専門家になれるわけではないということである^{13,32,33}。ある調査では、2名の観察者がともに捉えた事象の評価は一致したものの、両者が一致して捉えた事象は、全体の事象のわずか32%にすぎなかった³⁴。

パフォーマンスを評価して、フィードバックを返す難しさを思えば、ノンテクニカルスキルを教えるのは非常に骨が折れる。テクニカルスキルの質の評価にばかり関心を払うのではなく、ノンテクニカルスキルについても、能力を評価し、教育の機会を特定する必要がある。前述のように、ノンテクニカルスキルの観察調査には、訓練をされた経験豊かな観察者が必要である。しかし、今日まで、訓練をされた観察者が研究の一翼を担うことはあっても、臨床能力の訓練または検証に関与することはなかった。手術シミュレーションにおいて、テクニカルスキルに関する専門家の評価と外科レジデントの自己評価の間には強い相関を認めるが、ノンテクニカルスキルについては事情が異なる³⁵。上級外科医によるテクニカルスキルの自己評価は観察者による評価と高い相関を示すものの、ノンテクニカルスキルに関しては、若手のレジデントと上級の外科フェロー、ならびに外科常勤医による自己評価は、すべて、専

門知識を有する観察者による評価より高かった³⁶。

また、客観的な観察者は、手術の停滞、エラー、コミュニケーションスキル、そしてこれらの要素が転帰に与える影響を正確に評価できることが必要である。訓練された観察者とは異なり、手術室現場のスタッフは、チーム連携の不具合について、他の同僚メンバーへの影響は大きく、自分への影響は少ないと感じる傾向にある。そのため外科医は（看護師や麻酔医などのチームの他メンバーと違って）チーム連携の不具合に気づきにくい³⁷。特にシミュレーションされた危機的状況においては、上級外科医が若手の外科医より優れたチームワークスキルを示すとは限らないので、ノンテクニカルスキルについて明確に教えておく必要があるかもしれない^{35,36,38}。

チームワークの測定

ノンテクニカルスキルの測定ツールは数多く使われてきた（表 1）が、広く認められた単一のツールは存在しない。多くのものは、特定のサブチーム（看護師、外科医、麻酔科医）内でノンテクニカルスキルを測定するように設計されている⁴⁹。これらの行動評価システムは有効で（測定すべきものを測定できる）、再現性があり（観察者内および観察者間の評価が十分相関する）、感度が高く（行動の違いがあれば検出できる）、実行可能で（実践が容易で費用対効果がよい）なければならない。

手術チームとサブチーム（外科医、麻酔科医、手術室看護師などの職種別）のスキルに関しては以下の 5 つの測定ツールが設計されており、それぞれ長所と短所がある⁴⁹。Observational Teamwork Assessment for Surgery (OTAS)^{29,33,39-44,49}、Oxford Non-Technical Skills (NOTECHS)^{15,45-48}、Non-Technical Skills in Surgery (NOTSS)⁵⁰⁻⁵²、Anesthesia Non-Technical Skills (ANTS)^{53,54}、Scrub Practitioners' Non-Technical Skills (SPLINTS)^{54a-54b} の 5 つである。このうち NOTSS, ANTS, SPLINTS は、それぞれ外科医、麻酔科医、手術室看護師の個々のノンテクニカルスキルを、OTAS と NOTECHS は特にチームの行動と技能を評価するよう設計されている⁵⁵。OTAS は業務のチェックリストと、チームの行動評価からなり、評価指標としての妥当性（すなわち、測定対象と思われるものを実際に測定しているか）が高く、専門知識を有する観察者による評価者間の再現性が高いが、経験を積んだ観察者と、経験が浅くまだまだ訓練が必要な観察者による評価の間には大きな違いが表れる⁴¹。手術のための NOTECHS は、航空業界の NOTECHS 尺度⁴⁵をそのまま適用したもので、4 つの領域（協力/チームワーク、リーダーシップ/管理、状況認識/警戒、問題解決/意思決定）のスキルを測定する。一部の研究チームは、ここにコミュニケーション/チームスキルを加えている⁴⁸。NOTECHS は専門知識を有する観察者と経験の浅い観察者による評価の間に高い相関があり、訓練後のノンテクニカルスキルの改善、ならびに技術的なエラーと非技術的スコアの有意な逆相関を示すために使われてきた^{15,47}。NOTECHS と OTAS を並行して使用する

表 1 チームワーク評価ツール

チーム内のチームワークスキル評価ツール	定義
OTAS ^{29,33,39-44}	患者、機器、コミュニケーション評価に目を向けた、業務手順チェックリスト ・コミュニケーション ・協力 ・共同作業 ・共通のリーダーシップ ・共通の監視
NOTECHS ^{15,45-48}	欧州で使用されている航空業界の NOTECHS 尺度を適用 ・協力/チームワーク ・リーダーシップ/管理 ・状況認識 ・問題解決/意思決定 ・ \pm コミュニケーション/相互作用

NOTECHS は「Oxford Non-Technical Skills」、OTAS は「Observational Teamwork Assessment for Surgery」を指す。

と、両者のスコアはよく相関する⁴⁷。また、OTAS と修正 NOTECHS の双方が評価指標としての妥当性を有することがわかっている^{47,56}。

いくつかの研究では、手術の流れの停滞が有害事象と相関しているが、その定義は研究ごとに異なる^{20,37,57}。これについては 2 つのツール、すなわち Surgical Flow Disruption Tool (SFDT)⁵⁷ と Disruptions in Surgery Index (DiSI)³⁷ が提案されている。どちらも強い評価者間再現性を示すが、他の研究者による再検証はなされていない。

転帰の測定

チームワークとノンテクニカルスキルが不十分であると、患者の転帰に悪影響が及ぶことが示されている。合併症発生率と手術死亡率は、システムの機能不全¹⁸、共同作業とコミュニケーションの失敗⁵⁸、報告されたコミュニケーションのレベル⁵⁹、不十分なチームワーク行動¹²、心臓手術チームのメンバー同士の馴染みのなさ^{21,60}、そして、手術 1 件当たりの小さな事象（手術の停滞）の発生件数²²と関連している。また、チームワークの質と、その指標となる事象に対する行動を関連付けた研究もある。このような指標の例としては、手術時間の延長²³、手術当たりの技術的なエラーの発生件数⁴⁶、重大なエラーの発生件数⁶¹、チームメンバーのストレスの程度⁶²があげられる。

安全な対策すべてに関して、最高に望ましい転帰は合併症発生率と手術死亡率の減少である。最近の心臓手術の死亡率は非常に低いので、きわめて大規模な研究を実施して、測定法の改善を認識できるようにする必要がある。たとえば、チームワーク訓練を実施して死亡率を劇的に減少させた Neily ら⁶³は、対策の効果を明らかにするために 108 の退役軍人省病院 (Veterans Affairs hospitals) で

行われた 18 万 9 000 件の手術を対象に研究を行っている。

病院の安全風土はコミュニケーションエラーと相関するので、安全もしくはチームの「感情的な風土 (emotional climate)」に対する態度の変化を結果の指標として利用し、その影響を測定した研究もある。これらの研究は、ノンテクニカルスキルの訓練が医療安全の改善に有効であることを示している⁶⁴⁻⁷⁰。

要 約

1. 個人およびチームのノンテクニカルスキルは医療安全に影響を及ぼす。

2. OTAS および NOTECHS は、評価指標としての妥当性と信頼性が高いことが証明されている。これらのツールから正確な結果を得るには、使用する観察者の訓練が非常に重要である。

3. ノンテクニカルスキルを改善するために提唱された対策については、実施に先だって検証し、実際にスキルを改善することを確認する必要がある。

コミュニケーションとチームワーク

チーム内のコミュニケーション

コミュニケーション (Communication)

コミュニケーションとは、「送り手と受け手との情報交換」であり⁷¹、手術室においては、複数の個人が同時に情報をやりとりする。しかし残念なことに、コミュニケーションスキルは手術室でのチームワーク行動のうち、最も不十分な 5 項目の 1 つである²⁹。医療安全の欠如は、コミュニケーションの失敗または遅延に起因することが多い^{72,73}。コミュニケーションに齟齬が起きるのは、情報の送り手がメッセージをきちんと伝達しなかった場合 (曖昧な表現や不十分な表現など)、受け手が情報を不正確に理解した場合、情報が送られるタイミングや相手が間違っている場合などである⁷²。コミュニケーションの失敗は一般的にみられる現象で^{72,74,75}、多数の研究において問題の主たる原因とされている^{16,21-23,58,76}。一般外科と心臓外科のどちらの手術においても、コミュニケーションの齟齬はエラーと有害転帰の根本原因であると指摘されており^{13,18,20-22,59,77-80}、チームのメンバーが互いのことをよく知らない状況がさらに悪くなる²¹。

手術室内のコミュニケーションの失敗は、情報の授受のタイミング、内容 (間違った、もしくは不十分なデータ)、目的、受け手 (間違った人に指示したり伝達したりする) の誤りによる⁷²。有効なコミュニケーションはオープンであり、順応性があり、正確で、簡潔であり、それは医療安全の促進を支援する風土で育まれる可能性がある⁷¹。このうち、オープンなコミュニケーションは切れ目のない活動を生み⁸¹、順応性のあるコミュニケーションはチームのメンバーが同僚の作業負荷を認識して配慮する効果を生み、簡潔なコミュニケーションは仕事の効率を高める⁸²。

有効なコミュニケーションがチームパフォーマンスや結果の改善と結びつくことは、航空機のコックピットとク

ル⁸³、海軍のチーム⁸⁴、そして手術チーム⁸¹において示されている。最近実施されたメタ分析では、チームのパフォーマンスを最大にするためには、情報共有が最も重要であるという明確なエビデンスが提示された⁸⁵。系統的レビューでは、コミュニケーションはチームとしての成功の鍵であり⁸⁶、質の高い医療に不可欠である⁸⁷ことが示されている。良好なコミュニケーションが確立されていれば、それ以外の基本的なチームプロセスや共同作業、協力、認識、コーチング、対立解決などが可能になり、業務が円滑化される⁸⁸。

協力 (Cooperation)

協力もまた、チームワークの重要な要素であり、行動を駆り立てる感情や態度および信念につながる。態度 (attitude) の要素に関する研究が始まったのは、チームワークの欠如に起因するものとされた何件かの悲劇的な航空機事故がきっかけであった。航空業界は、チームワークスキル (以前は「重要ではない」とみなされていた) の欠陥が重大な結果を招くことを認識し、チームワークを改善すべく乗務員人材マネジメント (crew resource management: CRM) プログラムを開発して導入した⁸⁹。

最もよく研究されている態度としては、チームとしての能力に対する自信 (collective efficacy: 集団として能力があるという感覚)^{90,91}、チームの方向性 (team orientation: チームワークを信じて優先する傾向)^{92,93}、結束 (Cohesion: チームや業務への献身)^{94,95}、そして相互信頼 (mutual trust: 全員がチームに貢献してチームを守るという共通の信念)^{96,97}などがある。心臓手術チームについては十分なデータは得られていないが、動的で複雑な環境について実施された他の研究では、適応可能な実践現場で実践可能な対策が重要であることが示されており、特に重要とされるのが、チーム内での安心感 (psychological safety)、チーム権限の強化 (team empowerment: チームのメンバーには業務と環境を制御する権限があるという感覚)、そして安全風土 (safety climate) である⁹⁸⁻¹⁰¹。経験的研究によれば、チームとしての能力に対する自信が高ければ、メンバーが一層努力し、戦略的なリスクをそれまで以上にとるようになり、その結果、より良いパフォーマンスと高い満足感が得られることが示されている^{102,103}。チーム内の信頼のレベルは、メンバーがどのくらい互いをモニタリングするか、組織への献身の程度がどの程度かに影響し、結果としてチームのパフォーマンスに影響を与える¹⁰⁴⁻¹¹¹。

共同作業 (Coordination)

コミュニケーションはまた、最良な共同作業とチームパフォーマンスに必要な行動がとれるようにしてくれる¹¹²。共同作業にはコミュニケーションが有効に機能していることが必要であり、高いチームパフォーマンスを得るには共同作業が不可欠である。共同作業とは、本質的には「相互に依存した活動が行われる順序とタイミングを統制すること」を意味し¹¹³、同期化と認識によって言葉に出して、あるいは順位付けとコミュニケーションによって、暗黙のうちに阿吽の呼吸により、確立することができる⁷¹。

暗黙の共同作業には、業務と環境、そしてチーム内の個々の役割と責任に関する共通の理解が必要である。これがあれば、明確なコミュニケーションがなくてもメンバーは互いの実行と必要とするものを予想でき、これにより効率が高まる¹¹⁴⁻¹¹⁶。また、相互理解があれば、メンバーが支援、情報、フィードバックを提供し合うことができるため⁷¹、チームはパフォーマンスを損なうことなく構造とプロセスを修正することが可能になる¹¹⁷。特に、強いストレスに曝される状況において、有効なチームワークとパフォーマンスのために絶対に欠かせないのは、事態を予測する能力である⁷¹。共同作業行動がなければ、チームのメンバーは同調して行動と業務を行うことができず、労力が無駄になってしまう¹¹²。

軍隊と航空産業を対象にした研究が何十年にもわたって続けられており、チームの相互理解が共同作業とパフォーマンスを円滑化することが実証されている^{114, 115, 120, 121}。また、有効かつ効率よく共同作業を行っているチームは、外部からの圧力の有無を問わず、良好なパフォーマンスを発揮すること示した研究もある^{122, 123}。医療チーム内では、チームのニーズと目標を明確に述べる、またはメンバー間の親しさを利用することにより、メンバーに共同作業スキルを習得させ、事態の予見と理解を明確に確立することが可能となる⁷¹。そして共同作業と順応の訓練を通じて最新の情報を提供し、責任を割り当てれば、共同作業行動をより良いものにすることができる¹¹⁵。

認識 (Cognition)

認識とはチーム内の相互作用から生まれる共通の理解¹²⁴を指し、これは相互作用を繰り返すことで改善可能である¹²⁵。また認識は、各メンバーの役割、責任、能力に関するチームの集合的な知識を意味し⁸²、メンバーが必要としていることを推し測る能力があれば、共同作業とコミュニケーションを強化できる¹²⁶。メンバーの共通理解は状況の共通認識を高めるため、また時々刻々変化する状況における問題解決にきわめて重要である¹¹⁷。これが不十分であると、チームが十分な共同作業を行うことができなくなり、パフォーマンスが低下するという事態を招く^{125, 127}。

航空産業と軍隊におけるチーム内の認識に関する研究、ならびに学生を対象にした実験的な研究では、経験豊かでメンバーが互いをよく知っているチームは、経験の浅いチームと比較して、より良いチーム認識（共通のメンタルモデルなど）ならびに良好な転帰を達成することを示している^{21, 60, 128-131}。チーム内で共有された知識はチームの行動とパフォーマンスに良い影響を及ぼし（Mathieuら¹³²のレビューを参照のこと）、共有された認識はチームのコミュニケーション¹³³⁻¹³⁶、学習と自律^{126, 137-140}、そして共同作業¹²⁵⁻¹²⁷を改善する。

医学領域においてチームの認識を向上させる有効な対策として検討されてきたのは、常に振り返る訓練（チームが採用した戦略に対する振り返り）^{131, 140}、クロス訓練（cross-training：他のメンバーの業務や職務を代わりに行う訓練）^{126, 141}、そしてシミュレーションを利用したチー

ム訓練^{142, 143}である。チームメンバーの共通の理解を深めれば、共同作業とパフォーマンスを強化できる。

対立 (Conflict)

コミュニケーションは対立の解決にきわめて重要である。対立は、メンバー間の見解の不一致ないし不適合と定義され¹⁴⁴、業務、人間関係またはプロセスに関連して発生する^{145, 146}。入院患者の治療過程では50～75%の症例で何らかの対立が起きることが報告されているが^{147, 148}、建前上は対等の医療従事者のチームが1人の患者の診療を分担する手術中では、より高い頻度で発生している可能性がある。

対立は正の効果を及ぼすこともあれば、負の効果を及ぼすこともある^{149, 150}。業務に関する対立は、通常は発生しない問題の評価やチーム内の意思決定における集団としてのパフォーマンスを改善するが¹⁴⁴、同時にメンバーの満足、献身¹⁵¹、結束、有効感¹⁴⁵を低下させることもある。これに対して、人間関係に基づく対立は、パフォーマンスと満足感の双方に重大な負の影響を及ぼし、チームの一員でいたいというメンバーの意欲を減退させる¹⁵¹⁻¹⁵³。

手術室では、対立の管理が回避、屈服、競い合いのために十分に解消されないことが多いが、実際は協力と譲り合いを用いたほうがより良い結果につながる¹⁵⁴。しかしながら、医師と看護師の関係や指導医とレジデントの関係のように、一方のメンバーが相対的に大きな力をもっていたり、年長者であったりするなどして職務上の地位が同等でない場合は、協力と譲り合いは特に困難となる^{147, 155}。手術室スタッフの73%は、手術室で生じた意見の相違は適切に解決されていると考えているが、29%は患者の診療に問題があることに気付いても声を上げるのは難しいと感じ、41%は異議を唱えることはできないと回答した¹⁵⁶。医師が職務上の目標を達成するのに重要かつ必要と考える行動が、医師以外の医療従事者には厳しく、屈辱的と感じられることがある¹⁵⁷。他者の身になって自身の行動を客観的に眺めることができているという状況は、手術室と集中治療室のチームでよくみられる^{158, 159}。対立状況を描いたビデオを見せると、外科医、麻酔科医、看護師は現場の緊張の程度を同じように評価したが、それぞれが、それを招いた責任は自身の職種にはあまりなく、緊張を解決する責任も相対的に自分達には小さいと考えていた^{160, 161}。

対立解決のアプローチについては、よく知られたものがいくつか文献に登場する（7ステップモデル [7-step model]、原理に基づく対立解決 [principle-based conflict resolution]、擁護/調査 [advocacy/inquiry]）^{144, 146, 162, 163}。手術室チームに対立管理を教えるのは重要なことで、またそれを実際に教えることは可能である^{157, 163}。対立解決のための有効な手段は、大部分のチーム訓練法の重要なものの1つである^{63, 164}。

コーチング (Coaching)

チームにおけるコーチングとは、「チームに課された業務を遂行するにあたって、メンバーが共同作業を行って全体の情報と素材を業務に見合った形で活用できるよう支援することを目的とする、チーム内での直接の働きかけ」¹⁶⁵

と定義され、期待を下回るパフォーマンスしか示していない個人のパフォーマンスを向上させたり、優れたパフォーマンスを発揮する見込みのある個人の技能を強化したりする方法として用いることができる¹⁶⁶。コーチングの行動としては、チームにおける問題の特定やメンバー間で協議が行われるように誘導することなどがある¹³²。

コーチングの効果としては、メンバー間の人間関係改善、メンバーの満足度向上、チーム力の強化、心理的安心感と安全の向上などがあげられる¹³²。リーダーシップという概念と個人およびチーム双方の実力の向上（すなわち、個人またはチームを制御しているという感覚と、作業を完遂しようとの意欲）は強く結びついており、チームの実力の向上はチームのパフォーマンス自体を向上させる¹⁶⁷。医療においては、コーチングにより看護の改革を促進し¹⁶⁸、死亡率を減少させられる⁶³ことが示されている。

リーダーシップのコーチングは、望ましい行動のひな型を示し、チームのパフォーマンスを強化する建設的なフィードバックを提供して、オープンなコミュニケーションと率直な発言を促す効果がある⁸⁶。心臓手術チームの第一のリーダーは心臓外科医と考えられることが多いが、他のメンバーもリーダーシップを発揮して、他のメンバーに有益なコーチングを行うことができる。このチーム内のコーチングには、メンバーが建設的なフィードバックを使用して、実践が不十分な領域を特定し、業務の完遂を促すことも含まれ¹¹²、「助言や示唆、手引き、指示を与えて、起こり得るエラーに対する注意を促し、必要に応じて決まり事を破るメンバーと厳しく向き合う」などの行動が求められる¹¹²。しかし、これらのコーチング行動が有益なのは、チームのメンバーが提案と建設的批評を受け入れるだけの精神的素地を持っている場合だけである^{112,169}。

エラーを減らすための対策

病院と手術室内でのチームワークを改善すべく設計された対策としては、チーム訓練とマニュアル、プロトコルなどがあり、対策はこれらの分類のいずれかあるいは複数に関連することが多い¹⁷⁰。これらの対策は患者とスタッフの満足度を高め、死亡率を低下させる¹⁷¹⁻¹⁷⁵。プロトコルを使用して重要な連携作業（引き継ぎなど）を標準化すると、情報の内容とその整理を改善し、スタッフの参加者を増やすことができる^{21,77,176,177}が、よくて心理的葛藤、悪くするとメンバー間の敵対心を増してしまうことも多い^{45,178}。医師は、概して自身のノンテクニカルスキルを過大評価して、ストレス、疲労、停滞の影響を軽視する。また、チェックリストやマニュアルの使用を強制されると、個々の患者に合った医療を実施する能力が制約されると考えたり、自身の知性とスキルへの侮辱と感じたりもする^{26,44,46,62,156,179,180}。しかし、ノンテクニカルスキルの訓練、チェックリスト、ブリーフィング、シミュレーション訓練、よく練られたコミュニケーションの手順が航空安全に果たした役割は否定できない。そして実際に、これらの対策が外科的ケアの質を改善するというエビデンスが増え

ている¹⁸¹⁻¹⁸⁵。

手術においては、航空産業と同様に、プロトコルの活用とチームワークが最善の形で行われたとしても、エラーまたは事故（患者に害が及ぶエラー）を根絶することはできない。Perrow¹⁸⁶が仮定したように、事故は高リスク産業にはつきものであり、最高のチームでさえゼロに抑えることはできない。変えられるのは、次の事故が発生する間隔が長いかわりに短いだけである。Vannucciら^{187,188}は、中心静脈ラインの留置後にガイドワイヤーの抜去を忘れた4件の事象のうち、2件はガイドワイヤーの抜き忘れをなくすための集中的な訓練プログラムの実施後に発生したと記載している。ガイドワイヤーを抜き忘れた術者も、その訓練プログラムを適切に修了していた。したがって、チームワークの問題だけでなく、システムの問題を特定して安全を改善するには、有害事象の継続的なレビューが必要になるであろう。この作業（根本原因分析、警鐘事象の検出、臨床医の能力の検証など）は本ステートメントの目的ではないが、医療安全にとってはきわめて重要である。

チーム訓練

不十分なチームワークスキル（コミュニケーション、リーダーシップ、状況認識）がエラーや有害な結果の誘因となることについては、豊富なエビデンスが得られている^{16,17,21-23,58,61,75}。これが示しているのは、ノンテクニカルスキルを改善するためのチームワーク訓練を実施すれば、エラーを減らせるはずだということである^{164,185}。米国医学界は、「To Err Is Human」⁷と題した報告書を公表した後、航空産業におけるCRMの利用を通じたエラー削減の成功例を研究し、重症患者管理でのチーム訓練プログラムの導入を推奨した。しかし、そのためにはCRMの原則を医療用に改変し、チーム訓練法を開発して、その結果を評価せねばならないので、これらの推奨事項の実践は進んでいない。しかしながら、最近行われたレビューにより、CRM型の戦略がチームワークの改善に一貫して寄与し¹⁷⁰、チームのパフォーマンスと患者の転帰（合併症の発生率など）を改善することが明らかになった¹⁸⁹。また、医療安全に対するチームの認識と取組みは医療安全の質と大に関連している¹⁸⁵。

正規のチーム訓練の利点に関する報告は、緊急医療チームの行動の質が著しく改善し、臨床上的エラーの発生率が31%から4.4%まで減少したことを示している¹⁹⁰。Halversonらは、4時間の座学と現場でのコーチングからなるチーム訓練カリキュラムにより、術前のブリーフィングの導入が増加し¹⁹¹、コミュニケーションエラーが半減した⁷⁴と報告した。このように、集中的な訓練セッションは、手術室でのコミュニケーションを有意に改善する¹⁹²。

血管手術と一般手術において対策の前後を観察した研究で、Oxford大学の研究者らがCRMに基づくチームワーク訓練（9時間にわたる通常の講義と双方向的討論型の教育）を実施したところ^{45,46}、チームワークのスコアとチームワーク風土のスコアが改善し、技術的なエラーと手順のエラーの発生率も低下した⁴⁶。CRMの原則¹⁹³に基づく退役軍人病院（Veteran's Administration）の Medical

Team Training program による全国規模の前向き研究では、年間死亡率が18%低下し⁶³、このプログラムを推進すればするほど死亡率が低下するという量的関係も認められた。このチームトレーニングプログラムを四半期(3カ月間)実施することにより、手術1000件当たり死亡者数が0.5人減少したのである⁶³。このプログラムの実施は、手術部位の取り違えの減少¹⁹⁴、ならびにベストプラクティスの遵守率の向上¹⁹⁵という成果も生んだ。

もう一つのTeamSTEPSは、エビデンスに基づき、しかも経済的裏付けがしっかりしている政府の出資による全国規模のチーム訓練プログラムである(<http://teamsteps.ahrq.gov/>)¹⁹⁶。これは数百の施設で実施されたが、患者の転帰への影響を調べる経験的研究はほとんど行われていない。最近行われた研究は、このチーム訓練プログラムが、手術室でのチームワークとコミュニケーションスコアを有意に改善し、手術による死亡率と合併症発生率を低下させて、手術室での効率を改善し、患者の満足度を高めることを証明した¹⁶⁴。しかしながら、当初みられた改善の大部分は12カ月以内に失われ、改善を維持することの難しさも示された¹⁶⁴。

チーム訓練の構成要素を定義する中で何が有効であったかを示すデータはほとんど存在せず、訓練期間も数週間¹⁹⁷から数日^{45,46,63}まで多岐にわたり、プログラムの内容もさまざまであった。これが、持続的な改善が困難な場合がある原因かもしれない¹⁶⁴。また、安全措置を含む訓練を手術チームに受けさせ、訓練後に観察研究を行ったところ、この安全措置の遵守率はわずか60%であり¹⁹⁸、同様の他の研究では、ただちに改善されたコミュニケーションとチームのスキルが3カ月後には元に戻っていた¹⁹⁷。しかし、同じくただちに改善された「安全措置が患者の転帰に直接的に関与するという意識」(threat-to-outcome score)は、3カ月たっても有意な向上を維持していた¹⁹⁷。利用可能なデータが示唆しているのは、チームは個人としてではなくチームとして訓練する必要があり¹⁹⁶、シナリオを用いたシミュレーションの使用が効果的で¹⁹⁶、有効な実施には経営陣と看護管理者のリーダーシップがきわめて重要であり¹⁹⁹、さらには、訓練効果を高めて維持するには、コーチングの反復や継続が必要であるということである^{197,198}。

タイムアウト、チェックリスト、ブリーフィング、デブリーフィング

タイムアウト (timeout)、チェックリスト (checklist)、ブリーフィング (briefing) により、コミュニケーションエラーを減らすことができる。チェックリストとタイムアウトは概して回答が決まっており、特定の情報を声に出して確認する。これに対して、ブリーフィングは短時間の議論であり、手順化されてはいるが自由回答式のチェックリストに従って実施する。チェックリストは内容が毎回同じで、すべての処置に共通する手順をカバーしているのに対し、ブリーフィングの内容は毎回異なり、処置の異なる側面に焦点を当てている。ブリーフィングでは会話が行われ、手術室のスタッフ全員に「詳細を確認し、情報を

交換し、疑問を尋ね、問題や懸念を特定する」機会を提供する¹⁷⁸。デブリーフィング (debriefing) は、複雑な作業が完了した後に、そこで学んだ内容の共有を促進することを目的として行われ、たいしては「今日は何が上手く行ったか」および「明日もっと円滑に行えるようにするために何ができるか」などの質問が出される。

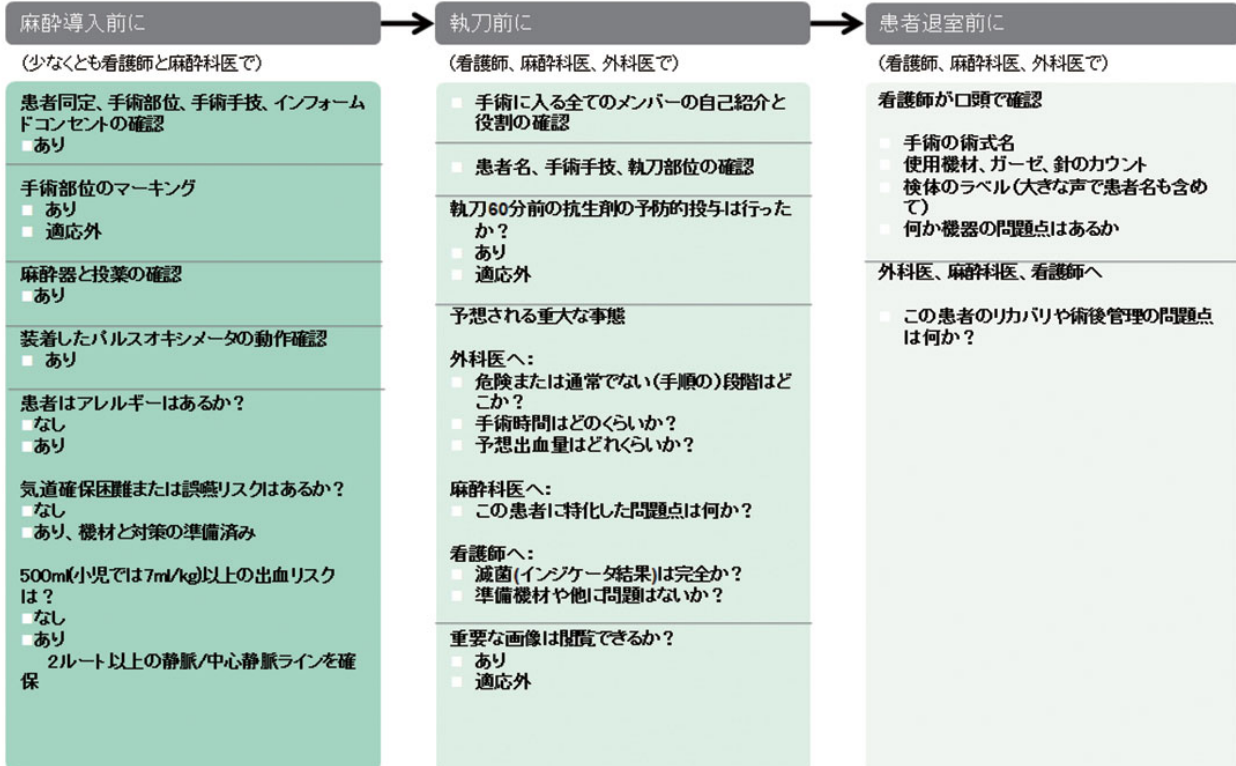
タイムアウトを初めて提唱し、その後2003年に実施を義務付けたのは米国医療機関認定合同委員会 (Joint Commission on Accreditation of Healthcare Organizations) であり、その目的は手術部位の取り違えを減少させることであった。同委員会が作成した汎用プロトコル (universal protocol) では、手術部位に印を付けて患者を同定するとともに、手術または処置の直前に「タイムアウト」を行うよう求めている²⁰⁰。

チェックリストは単純な認識ツールであり、単純作業 (買い物など) と複雑な作業 (航空機を飛ばすなど) の両方を改善でき²⁰¹、見落としがちなルーチン業務を思い出させる上で有効である²⁰²。世界保健機関 (World Health Organization: WHO) は「手術安全チェックリスト (Surgical Safety Checklist)」を開発し、世界中で導入するように強く推奨している。これは、手術中に(1)麻酔導入の前、(2)皮膚切開の前、そして(3)患者を退室させる前のタイミングで、標準化されたタイムアウトを計3回行うというものである^{171,203}。これらのタイムアウトでは、患者確認、手術部位、抗生物質とパルスオキシメトリーの使用、薬物アレルギーの有無など広範囲にわたる情報が確認される。これの導入により死亡率が低下することが示されている (図3)^{171,204}。

チェックリストは、腹腔鏡下胆嚢摘出術のような一般的な手術において重要な手順を確認したり²⁰⁵、発生率の低い危機的状況が起こった場合の指示を与えたりする方法としても使用できる。Ziewaczら²⁰⁶は、手術室で最も発生頻度が高かった危機的シナリオを12種類 (挿管失敗、無脈性電気活動、空気塞栓、悪性高熱など) を同定し、それぞれに特有かつ不可欠な処置を評価する指標を科学的根拠に基づいて開発した。初期の研究では、危機管理チェックリストがある場合とない場合のそれぞれについて、2つの手術チームに4つの危機的状況をシミュレーションさせたところ、チェックリストを使用したほうが重要な手順の不遵守が1/6に減少することが判明した²⁰⁶。また、チェックリストがある場合とない場合で手術時の危機対応シミュレーション (17の手術チームが計106のシミュレーションを実施) を行った Arriagaら²⁰⁷ による最近の研究では、チェックリストの使用により、救命のための手順が適切に行われなかった事例が有意に減少した (手順忘れの発生頻度はチェックリスト使用時では6%、非使用時では23%であった)。

チェックリストを使用すれば、ベストプラクティスの実践を促進したり、膨大な量に及ぶガイドラインを簡略化して最も重要でエビデンスに基づく一連の業務だけをまとめたりすることも可能である²⁰⁸。さらに、チェックリストによって患者の転帰の改善を図ることもできるが、そのた

手術の安全 チェックリスト

World Health
OrganizationPatient Safety
A World Alliance for Safer Health Care

本チェックリストは(全ての施設を)を包括するものではない。施設ごとの実情に応じた追加や改変は、推奨される。

2009年1月改訂 ©WHO(世界保健機構)

図3 世界保健機関の手術安全チェックリスト (World Health Organization Surgical Safety Checklist)²⁰¹。IVは静脈ラインを示す。出版者の許可を得て参考文献203から転載。©2009 World Health Organization。無断転載を禁止する。

めには、チェックする個々の項目が単純で、エビデンスに基づき、職場の実状に合っている必要がある²⁰¹。チェックリストを導入することで、中心静脈ラインの感染と人工呼吸器関連肺炎の発生率、さらに死亡率を低減できることが示されている²⁰⁸⁻²¹⁰。

しかしながら、医療安全を向上させるのはチェックリストを実現する技術ではなく、チーム全体の適応努力であると専門家らは主張している²¹¹。チェックリストに書かれた行動を目標として抜本的に自身の行動を変えようというチームをあげての意欲がない状態で、ただ上層部がチェックリスト導入を強制するようなことがあれば、臨床医はむしろ、チェックリストによって自身の権威が損なわれ、子ども扱いされ、患者に対する有効な診療が遅れると感じる恐れもある^{212,213}。オランダでは、Dutch Health Care Inspectorateによって2008年までにWHOチェックリストの使用が義務付けられたが、完全な形で実践したのは全症例11151件中わずか39%であった。しかし、総死亡率は3.13%から2.85%に低下し、この死亡率の低下にはチェックリストの遵守との関連が強く認められた²⁰⁴。

チェックリスト導入プロジェクトで最も大きな効果を収

めたものの1つに、カテーテル関連感染の根絶を目的としたMichigan Keystone Projectがある²⁰⁸。このプロジェクトが成功したのは、単にチェックリストを提供して使用するよう命じるのではなく、実務と確かなデータの使用を改善してルール作りを進めるといった共通の使命で結ばれた「緊密なネットワーク」を作り上げたからであると分析されている²¹⁴。

ブリーフィングを行えば、チームがこれから行う業務に関して共通のイメージを確立することができる。そのため、軍隊、パイロット、港湾労働者らは、このブリーフィングという方法を広く用いてきた。術前にブリーフィングを実施すれば、チームのメンバーはこれから行う手術に関する知識と起こりうるイベントの知識を共有できる^{179,215}。航空産業では、コックピットでのブリーフィングは細大漏らさず技術的な検証を行う上で重要とされるが、ここで重要となるもう1つの要素は、チームのメンバーが自身を感じている懸念を何であれ率直に述べなければならないことを明確にすることである⁸⁴。すなわち、パイロットは、安全に関わる情報はすべて伝えてほしい、そのためには自分に異議を唱えることになっても構わない、とはっきり言

葉にして伝える必要がある。外科手術では、CRMを導入する前の航空産業に普通にみられたのと同様に、厳しい上下関係が存在し、医師以外のメンバーは医師に異議を唱えるのは困難である²¹⁶。前述のように、手術室スタッフの多くが、意見を率直に述べたり、意義を唱えたりするのは難しいと報告している¹⁵⁶。

ブリーフィング自体は、チーム訓練や正式導入の以前は、ほとんど実施されていない^{217,218}。ブリーフィングの導入にあたっての課題の1つは、ブリーフィングの構成要素に関する医療従事者間の見解の相違である。英国で実施された調査では、外科医の39%がブリーフィングを毎回実施すると回答したが、同じように答えた看護師はわずか4%であった¹⁷⁹。同様の現象は、Mayo Clinicの心臓外科でブリーフィングを導入しようとした際にも認められた(未発表データ, T. M. S.)。また、3733例を対象としたSafe Surgery Checklist Studyにおいても、術前にブリーフィングを実施している例はほとんどみられなかった¹⁷¹。

Surgical Patient Safety System (SURPASS)のチェックリストには、ブリーフィングとデブリーフィングが含まれており¹⁸²、確定した賠償請求を調査した研究では、ブリーフィングを含むSURPASSチェックリストを使用していれば、有害事象の誘因の3分の1を排除し、死亡例の約40%を予防できていた可能性²¹⁹が示されている。そしてSURPASSの導入により、合併症の発生率が27.3%から16.7%に、院内死亡率が1.5%から0.8%に低下した¹⁸³。WHO手術安全チェックリストにもブリーフィングに関する多くの領域が含まれており、その導入により死亡率が1.5%から0.8%まで、合併症の発生率が11.0%から7.0%まで低下し、ほぼ同様の結果が得られた¹⁷¹。この研究は、5大陸の8病院で3500件を超える症例を対象として実施されたもので、基本的なものから高度なものまで、あらゆる手技が用いられていた。さらに、25513名の患者を対象にした最近の研究において、van Kleiら²⁰⁴は、術前のブリーフィングを含むWHOチェックリストの導入により、入院30日間当たりの死亡率が3.15%から2.85%まで減少したことを示している(オッズ比:0.85, 95%信頼区間:0.73-0.98)。この効果は、チェックリストの遵守によりさらに確かなものとなった。チェックリストを完全に遵守した場合のオッズ比は0.44(95%信頼区間:0.28-0.70)で、これに対して部分的に遵守した場合とまったく遵守しなかった場合は、それぞれ1.09(95%信頼区間:0.78-1.52)と1.16(95%信頼区間:0.86-1.56)であった。

近年、退役軍人健康管理局(Veterans Health Administration)は、大規模なチームワーク訓練対策の一環としてブリーフィングの実施を義務付けた。すると、チーム訓練実施後に死亡率が18%減少した⁶³。さらに、他の2件の研究では、ブリーフィングとデブリーフィングの導入後に抗生物質と深部静脈血栓予防薬に関する投薬遵守率が上昇した^{195,220}。注意散漫と手術の流れの停滞は、深刻な手術エラーの大きな原因であるが、ブリーフィングはこの両

者を減少させる²⁰。Gillespieら²²¹は待機手術と緊急手術を観察し、チームのメンバーが互いに相手をよく知っていることとコミュニケーションの齟齬の発生数に逆相関があり、手術の停滞回数とコミュニケーションの齟齬の発生数に順相関があることを見出した。組織立った短時間のブリーフィングの導入により、手術の停滞回数、症例に関する知識の欠如、スタッフ間のコミュニケーションの齟齬が半減する²²²。この結果は、もともと「メンバー同士が互いによく知っている」チームに導入した場合も同様であった。また、看護師が必要な補給品を取りに滅菌室に移動する回数および滅菌室での滞在時間が減り、廃棄物の量も減少した²²²。さらに、別の介入研究では、術前のブリーフィングにより手術の予期せぬ遅れが31%減少した⁶⁸。

ブリーフィングは患者の転帰を改善するだけでなく、チームワークの風土、行動、パフォーマンスを強化する。ある調査では、ブリーフィングを日常的に実施していると述べた回答者は、ブリーフィングを実施していないとした回答者と比べて、良好な安全風土を持っていると報告した²¹⁸。ブリーフィングは、リスクの減少と強化された協働の認識と関連する⁶⁶。また別の研究¹⁷⁶では、ブリーフィングの後で参加者が、「その意見は重要なようだ。自信を持ってほしい」とか、「みな、納得できない時は口に出して言おうと考えるようになりました。もう、しっぺ返しへの心配をしなくていいですから」とコメントした。さらに、イスラエルで実施された研究では、ブリーフィングにより、まれにしか発生しない事象が25%減少し、メンバーが「自身の業務、チームワークおよび医療安全を高く評価するようになった」ことが判明した²¹⁷。そして、英国で6カ月間にわたって行われたブリーフィングに関する研究では、スタッフが、チーム文化が改善され、潜在的な問題が浮き彫りになったと認識していることが明らかになっている²²³。O'Neill²²⁴は、リーダーシップはスタッフを尊厳と敬意をもって扱うような文化を生み出すものでなければならず、日常的に優れた医療を実施するには、透明性と問題共有が必要であると記載している。そして、この透明性と問題共有をもたらすのがブリーフィングとデブリーフィングなのである。

ブリーフィングにより手術時間が延長することはなく²²⁵、手術の中断と注意散漫を減少させることで、むしろ手術時間を短縮できる²²²。35000件を超える症例を対象に実施された研究では、ブリーフィングの長さは平均2.9分(分布:1~5分)であった²¹⁵。

ブリーフィングの効果を支持する確固たるエビデンスがあるにもかかわらず、「ブリーフィングは手術室の安全のために強制されるもの」という考え方がある²¹²。その背景には、医療従事者らが自身のノンテクニカルスキルを実際より過大評価する傾向があり、これが、これ以上の改善は必要ないという見方を招いている恐れがある^{26,178,213}。外科医の中には、ブリーフィングがチームワークを改善することに同意しない者もいるが、実際にブリーフィングを導入した外科医らは、効率が上がり、チームの勤労意欲が高まったと報告している¹⁷⁹。チェックリスト介入群に無

作為に割り付けられた外科医らは、対照群と比較して、安全に関するチーム行動を積極的に実践していた。しかし、その一方で、快適さ、チーム効率、コミュニケーションについては低い評価を付けており、これは、チェックリストまたはブリーフィングの使用に慣れるまで居心地悪く感じることがある可能性を示している²²⁶。有効に導入するには施設とリーダーの役割ならびに現場の協力が重要であるが²²⁷、それだけでは不十分である。それは、ブリーフィングとデブリーフィングに対するさまざまな反応（受容から抵抗まで）により導入が阻害されるためであり、これらの方法を有効に導入するには、この点について理解しておく必要がある^{178, 179, 218}。

デブリーフィングについてはあまり研究されていないが、退役軍人健康管理局による大規模研究である Veteran's Health Administration Study⁶³ を始めとするアウトカム研究で、デブリーフィングが検討されている。それによると、デブリーフィングを実施すると、医療チームのメンバーは何が上手くいき、何が上手くいかなかったかを評価できるようになり、チームの結束を強め、次のパフォーマンスを改善することができる¹⁷⁶。また、今後の計画を作成するとともに、システムの改善を検討して実施し、コミュニケーションが不十分な部分に対処する機会も得られる²¹⁵。デブリーフィングの方法と実践プロセスについては既刊の文献を参照のこと²²⁸⁻²³⁰。

結論としては、手術時のブリーフィングとデブリーフィングが合併症発生率と死亡率を著明に低下させることを示唆した文献が増えている。導入に対する障害に関する研究も有用であろうが、今日までに示されたエビデンスが支持しているのは、心臓手術においては症例ごとに組織立ったブリーフィングとデブリーフィングを行うのが有効であるということである。

シミュレーション

航空産業ではシミュレーション訓練が普及しており、個人の技能訓練や個人およびチームのテクニカルおよびノンテクニカルスキルの評価のほか、エラーの発生機序とその防止を検討する研究にも利用されている⁸⁹。これに対して医療分野では、シミュレーション訓練の導入が遅かったが、技術的および教育的ツール、そして医療現場に則したシミュレーション訓練を支える技術が急速に進化し、発展している^{231, 232}。シミュレータは、技能の教育²³³⁻²³⁵とその技能の評価²³⁵に有効なツールとして登場した。シミュレータを使ったこれらの技能の評価が専門医認定プロセスに組み込まれている医学領域もある^{236, 237}。

シミュレータは、スタッフのノンテクニカルスキルの評価と訓練手段としても有望である^{36, 128, 238-240}。現在の患者シミュレータは正確で信頼できる臨床シナリオを用いて、本物の臨床機器を用い、きわめて現実的な患者データを提供する。この技術を利用するには、教育者はカリキュラムと評価項目を策定して、教育環境の妥当性を実証する必要がある²⁴¹⁻²⁴⁴。初期の研究の多くは、テクニカルスキル訓練とその評価に焦点をあてている^{36, 38}が、最近のエビデンスからは、チーム訓練とノンテクニカルスキルの開発に

シミュレーションを用いるのが有効であることが示されている^{231, 243, 245, 246}。

シミュレーションを利用すれば、患者をリスクにさらすことなく、ヒューマンファクター（疲労、ストレスなど）がテクニカルスキル^{43, 247, 248}、危機におけるコミュニケーション様式²⁴⁰、教育法の研究²⁴⁹、テクニカルスキルとノンテクニカルスキルの関係^{35, 250}、およびチームワークと臨床でのパフォーマンスの関係²⁵¹などに与える影響を科学的に検討することも可能である。

医療現場に則したシミュレーションでは、最適な学習環境を提供できる可能性がある。これが特に有効となるのは危機的状況に関する訓練であり、患者に害を及ぼす恐れなしに、個人とチームに緊急事態における認識課題、ストレス、身体的要求などを体験させることができる。たとえば、致命的なインシデントが発生すると、チームは時間的なプレッシャーの下で共同作業を要する複雑な対応を迫られる。しかし、このようなインシデントは滅多に起きないため、「実際の診療現場」では訓練できない²⁵²。これに対して手術シミュレーションであれば、チームのコミュニケーションと困難な臨床的問題への周到な対応を練習し、正確に評価し、明確に改善させることが可能である。Yerkes と Dodson²⁵³ は、今日では有名なマウスの学習に関する研究を行い、学習は適度な刺激（興奮）により強化され、過度の興奮により退化することを示している。

シミュレーションが特に適しているのは、人工心臓の緊急事態に関する訓練で、これが初めて文献に記載されたのは1977年のことであった^{254, 255}。この訓練では、成人および小児患者の循環を模したコンピュータ制御の油圧モデルを利用し、通常の状態と危機的状況をシミュレーションできる^{252, 257}。2002年の調査では、臨床工学技士のほぼ全員が、このシミュレーション訓練は有用であろうと回答したが、実際に訓練を受けたことがあるのはわずか17%であった²⁵⁸。臨床現場に則したシミュレーションを用いた、手術チーム全体の危機管理に関する教育については、最近研究が実施され、参加者は最も重要で、高い改善がみられたとして以下の2つの領域をあげた。1つはきわめて重要な情報を率直に伝えるよう促すこと、もう1つは異なる職種の間でのコミュニケーションの改善で、これには、意図する受け手を明確に定め（情報を伝える相手の名前を呼ぶ）、口頭でのやりとりにおいては必ず復唱することが重要である²⁵⁹。

組織立ったコミュニケーション手順

コミュニケーションを改善するのは、情報の提示と想起を円滑化する情報交換手順²⁶⁰と、受けた情報を認識して内容を検証する閉じたコミュニケーション（closed-loop communication）である²⁶¹。閉じたコミュニケーションは、ストレスに満ちた状況と、意図された受け手が明瞭でない場合に特に重要になる^{72, 262}。この形式のコミュニケーションにより、チームが目的、予想、状況認識、計画遂行を確実に共有できる¹¹⁷。

構造化コミュニケーション技術には、その文字を含む単語の使用（アルファの a、ブラボーの b、チャーリーの c

など)や1桁の数字を使った数の表現 (eleven は seven と紛らわしいため「one one」と言う,【翻訳者追記: thirteen は thirty と紛らわしいので one three と言う】など)があり,曖昧さを排して明瞭さを高め,受け手に確実に伝えることができる。数十年前から軍隊と航空産業で使用されてきたものに,復唱,SBAR(状況・背景・評価・提案:Situation-Background-Assessment-Recommendation),批評的主張,擁護/調査があり,情報伝達を標準化し,情報の喪失を減らし,上司とのコミュニケーションを容易にするのに有効である。医療現場での有効性に関するデータはほとんど得られていないが,それでも組織立ったコミュニケーションという手法は,一般にエラーの減少と死亡率の低下に有効な方法として,チーム訓練プログラムのコアカリキュラムの一部とされている⁶³。人工心肺を用いる手術の際に手順に基づくコミュニケーションを実践すれば,外科医/臨床工学技士のコミュニケーションエラーを40%近く減らすことができる²⁶³。コミュニケーションスキルの測定を目的に実施された,包括的なチーム訓練プログラムに関するシミュレーションを利用した研究は,これらの対策が有効であることを証明した²⁶⁴。しかし,心臓手術に関するコミュニケーション訓練の有効性,または組織立ったコミュニケーション手順に関する厳密な研究は不足している。

チーム間のコミュニケーション

チーム間で患者とその患者情報を受け渡すことを,引き継ぎ(handover)あるいは受け渡し(handoff)と言い,医療では頻繁に行われる。そしてチーム間とチーム内の引き継ぎの機能不全が,医療上のエラーの大きな原因と特定されている^{78,265-269}。米国医療機関認定合同委員会では,引き継ぎを,患者固有の情報を医療従事者間で授受して患者が受ける医療の連続性と安全を確保するための同時発生的な対話型プロセスと定義している。引き継ぎに関する標準化されたコミュニケーションは,2006年の医療安全の目標(目標2E)に定められた²⁷⁰。心臓手術を受ける患者の場合は,循環器科外来(術前の検査と評価)から,外科医と手術室チーム,集中治療室チーム,病棟チーム,そして多くの場合,長期にわたる経過観察と加療のために再び循環器科外来へと何度も引き継ぎが行われる²⁷¹。

Gawandeらは,医療過誤保険を扱う4つの保険会社を対象として事例研究を実施し,手術エラーの分析を行って,その結果を2報の文献にまとめた^{78,268}。これによると,エラーが患者の傷害に至った258件の手術事故事例のうち,60件にコミュニケーションの失敗が関与し,結果として患者に傷害が及んでいた^{78,268}。そしてコミュニケーションの失敗の43%が医療従事者間の引き継ぎの際に,全体の19%が部門間(チーム間)の引き継ぎの際に起きており,その大半(92%)が,口頭による送り手と受け手が1対1の情報伝達であった。また,これらの機能不全は,重要な情報の省略(49%)または情報の不正確な解釈(44%)に起因していた^{78,268}。

引き継ぎの失敗に関する初期の研究の多くが,患者の診

療をレジデント同士で引き継ぐなどのチーム内の引き継ぎに注目していた。Massachusetts総合病院(Massachusetts General Hospital)で実施された調査によると,回答したレジデントの59%が,前回の実地研修の間に引き継ぎの失敗により1名以上の患者に害を与え,12%が重大な害を与えたと報告した²⁶⁹。また,落ち着いた状況で引継ぎが行われることは減少になく,業務の中断が頻繁に起きていた²⁶⁹。同様の調査では,レジデントの31%が,自身の患者の引き継ぎの準備が整っていなかったことで発生した事象を報告していた²⁷²。チーム間の患者の移送に起因するインシデントに関する研究では,29%の事例で,引き継ぎ自体がまったく行われていなかった²⁷³。

患者情報の複雑さ,次のチームに微妙な生体情報を客観的に伝える困難さ,頻繁に発生する注意散漫を考えれば,患者の移送の大多数でコミュニケーションの失敗が起きるのは驚くようなことではない。文献は,引き継ぎプロセスが非常に多様で,組織立っておらず,環境騒音や注意散漫を伴い,他の業務と優先順位が競合する(情報を口頭で伝えながら,監視装置をリセットする,など)という現場認識を支持している²⁷⁴。心臓手術患者の引き継ぎに関する観察研究によると,重要な内容を報告していたのは53%にすぎず,コミュニケーション1分当たり注意散漫が平均2.3回起きていた²⁷⁵。

患者情報伝達の不具合は,外科的処置のどの段階でも発生し,その大多数は,術前術後の引き継ぎの際に発生する²⁶⁶。口頭で伝えられた手術情報は30%だけで,多くの場合,外科医ではなく麻酔科スタッフが伝えていた。英国で実施された調査は,手術室から回復室への患者ケアの引き継ぎが標準化されておらず,関与するスタッフ次第で変わることを示している²⁷⁶。伝達する情報の内容と伝達のタイミングについての考えはばらばらで,これを麻酔科と回復室のスタッフが担い,引き継ぎを通じてどの時点で責任が移るのが標準化されていなかった。プロセスの研究では,手術室/回復室の間の引き継ぎで伝達すべき重要な情報と,完了すべき業務を厳格に定義した上で,これを評価した^{265,277}。すると,重要な事実のほぼ3分の1が伝達されず(29個の定義済み項目のうち中央値で9.1個が省略された),業務の3分の1(8個の定義済み項目のうち,中央値で2.9個で職務上のエラーが発生した)が完了されていなかった²⁷⁷。また,多職種チームの重要なメンバーが引き継ぎプロセスに参加しないことがよくあった²⁶⁵。

引き継ぎ情報の質の低下は医療の連続性全体で発生する。非常に重要な情報の伝達率は,手術室から回復室への引き継ぎでは56%,回復室から病棟への移送では,わずか44%であった²⁶⁶。そして,観察した患者の75%に,このような引き継ぎの失敗に起因する臨床上のインシデントまたは有害事象が1件以上発生していた²⁶⁶。

引き継ぎの際にコミュニケーションの失敗が起きる原因,または,伝えるべき重要な情報を分析した研究はほとんどなく,さらには「必須の伝達情報」もそれが本当に妥当であるのかまったく検証されていない。このような制約

はあるものの、引き継ぎの質を高めるよう設計された対策は、ほぼすべてが有効なことが示されている。先天性心疾患手術後の手術室から集中治療室への移送の引き継ぎに関する前向き研究では、チームワークに基づくプロセスと手順の実施により、引き継ぎ1回に発生するエラーの数が6.24回から1.52回に、口頭でのコミュニケーションにおける必須情報の省略が引き継ぎ1回当たり6.33回から2.38回までそれぞれ低下した⁷⁷。また、自動車レースの最高峰であるF1のピットストップでの作業手順に基づくプロトコルを作成して実施したところ、引き継ぎ前の準備、情報伝達の前に完了しておくべき業務、伝達すべき情報を特定でき、これにより技術的なエラーと情報の省略の発生頻度を下げ、引き継ぎにかかる時間を10.8分から9.4分まで短縮することができた²⁷⁸。

別の研究では、1ページの単純な穴埋め式シートの導入により、引き継ぎスコアの合計点と手術中の情報サブスコアが改善し、引き継ぎの所要時間の延長もみられなかった²⁷⁹。Craigら²⁸⁰は、異なる引き継ぎシートを用いた小児循環器分野の研究で同様の結果を得ている。このシートの導入により、注意深さ、系統化、情報の流れが著しく改善し、業務の中断が減少した。最後に、心疾患患者を手術室から集中治療室に移送する際に標準化された引き継ぎ手順を実践したところ、重要なスタッフ全員の引き継ぎへの参加が0%から当時は68%まで増加して、情報の省略が26%から19%まで減少し、集中治療室の看護師の満足度スコアが61%から81%まで上昇した²⁸¹。しかし、シート導入後も欠落した情報の割合が19%のままであったことは、問題の深刻さを示している。

電子技術を用いた引き継ぎ手順が提案されているが、データはほとんど存在しない。MAGIC (Multimedia Abstract Generation of Intensive Care) という自動化手順の枠組みは状況認識的手法と量的手法を統合したもので、電子的技術に基づき、ブリーフィングでの引き継ぎ情報一式の提供を可能にする²⁸²。また、周術期管理看護師協会は、引き継ぎ書類の見本と医療従事者のための教材を含む教育プログラムを開発した²⁸³。

自由度の高い引き継ぎ手順は、基本的なトピックの種類と順序だけを示し、記憶を助けるSBAR (状況・背景・評価・提案) を使用することが多い。このSBARを引き継ぎの際に用いると、患者、麻酔、手術に関する情報のより正確な伝達が可能になることが示唆されている²⁸⁴。また、心臓手術に関わる看護師も、これを利用して心臓手術における医療の連続性を通じた患者の移送を円滑に行っている²⁸⁵。さらに、ビデオとロールプレイを用いてSBARを教えるカリキュラムにより、指示入力の際のエラーの発生率が低下した²⁸⁶。

物理的に離れた場所にいるチーム (患者を紹介した循環器専門医と心臓外科医) の間のコミュニケーションは一層困難である。しかし、心臓カテーテル病院と心臓手術を行う病院の間の専用のインターネット回線を通じて血管造影データを電子的に送受信することで、心臓カテーテル検査を実施してから手術を決定するまでの時間が36時間から

1時間まで短縮され²⁸⁷、診断から緊急手術までの時間も、56時間から18時間になった。患者の転帰や経済学的側面に関するデータは得られていないが、必須の患者データの電子送信によりエラーを大きく減らし、医療を迅速に提供できる可能性がある。

複数回の引き継ぎを含む医療の連続性を検証した対策がいくつか存在する。1つのアプローチは、主として1つのベッドを多目的に使うことで引き継ぎ回数を最小限にし、引き継ぎのエラーを減らそうというものである。このアプローチでは、1人の患者が、同じ看護師と外科医のチームによる集中治療、ハイケアユニット治療、病棟レベルの治療を同じ場所同じベッドで受ける。全国基準 (胸部外科医学会データベース (Society of Thoracic Surgeons Database) <http://www.STS.org>) と比べて、1つのベッドを多目的に使用すると、人工呼吸器使用日数と集中治療室への収容、入院日数が減少し、胸骨創傷感染が発生せず (0/610)、患者1人当たり平均6200~9500ドル削減できた²⁸⁸。

要 約

1. コミュニケーションスキルは、手術室におけるチームワーク行動のうち、現状では最も不十分な項目の一つである。
2. 一般外科と心臓外科双方の手術を対象とした複数の研究により、エラーと有害な結果の根本原因で最も多いものがコミュニケーションの失敗であると指摘されている。
3. チームワークの重要要素は6つのC、すなわちコミュニケーション (Communication)、協力 (Cooperation)、共同作業 (Coordination)、認識 (Cognition) (集合的な知識と共通の理解)、対立解決 (Conflict resolution)、コーチング (Coaching) (チーム訓練) で要約することができる。
4. ヒューマンエラーを減らすための対策の一種に、チームワーク訓練プログラムがある。退役軍人病院のMedical Team Training (MTT) やTeamSTEPSプログラム (米国医療研究品質庁 [Healthcare Research and Quality] と国防総省 [Department of Defense] による政府出資のプログラム) などの研究では、手術室でのチームワークとコミュニケーションスコアの有意な改善と手術患者の死亡率および合併症発生率の低減が証明された。しかしながら、こうした改善を持続していくためには、コーチングの反復や継続が必要である。
5. エラーの減少を目的とする他の対策には、WHOが開発した手術安全チェックリストなどのチェックリスト、術前のブリーフィングと術後のデブリーフィングなどがある。チェックリスト適用プロセスにより患者の転帰が改善し、中心静脈ライン感染、人工呼吸器関連肺炎、そして死亡率が低下することが研究から明らかになっている。
6. 他の研究は、ブリーフィングが注意散漫と流れの停滞の発生回数を減らして、チームのパフォーマンスを強化するとともに、合併症を減らす可能性があることを証明した。しかしながら、これらのツールの導入は心理学的障害

と文化的障害のためあまり進んでいない。

7. シミュレーションは、手術室のスタッフのコミュニケーション、協力、共同作業、認識、対立解決、コーチングを含むノンテクニカルスキル、ならびにテクニカルスキルとノンテクニカルスキルの関係を評価でき、訓練するための有望なツールである。

8. 心臓手術を受ける患者はチームからチームに何度も移送され、その引き継ぎの際にはコミュニケーションの失敗が日常的に発生する。この原因や、本当に必要な情報は何かを分析した研究はほとんどないが、引き継ぎの質を改善すべく設計された対策に関する研究はすべて、情報の欠落または誤解が減少することを実証している。

物理的環境

ヒューマンファクターの問題

「環境」の定義は、「人間を取り巻く状況、物体または状態」である²⁸⁹。手術室の環境は、物理的空間、機器、人間（スタッフと患者）からなり、人間工学は「人間が使用する物の設計および手配に関係する応用科学で、人間と物の最も効率的かつ安全な相互作用を生むことを目的とする」²⁸⁹と定義される。しかし、手術室での人間工学は、医療安全という観点からいうと最適状態にあるとはいえない^{8, 290-292}。過去10年間に外科的処置に関する新技術が大量に導入されたのに伴い手術室が過密状態になっている一方²⁹⁵、手術室の設計と空間の改善がこの変化に追いついていないのである^{293, 294}。このように手術室や機器の設計が人間工学的に不適切であることは、手術の流れの停滞につながる大きな要因となり、結果として技術的なエラーを招くと広く考えられており、また、手術部位感染との関連も報告されている^{20, 294-296}。

空間と設計

手術室の広さとレイアウトの双方が安全に影響する。小さな手術室では、機器が空間を塞ぐことで手術の流れが停滞し、逆に過度に広い手術室では、スタッフが長い動線を移動しなければならない。Brogmusら²⁹⁷は、労働災害の2番目に多い原因が、段差のないところで足を滑らせる、つまり、転倒する事故であったと報告し、つまり、原因として、コードとケーブル、目立たない機器や備品、保護マットと粘着マットの3つをあげた。またCesaranoとPiergeorge²⁹⁸は、散らかった機器とからまったコードが邪魔をして医療従事者が安全に医療行為を行うことができず、患者とスタッフの双方を危険にさらす現象を「スパゲッティ症候群 (spaghetti syndrome)」と記載した。このような環境では、患者の近くに電源と機器を持ち込むこと自体が非常に困難になる²⁹⁹。

スタッフと移動

手術室内にスタッフが動き回ることには避けようがないが、その結果としてスタッフの注意がそらされたり、感染リスクが高まったりすることで、手術室の安全が損なわれる場合がある。手術室内をスタッフが移動する目的の約20%が情報の獲得、25%が休息、そして、20%が機器の調達と除去である³⁰⁰。Healeyら¹⁹は、手術室内の移動

と手術中の外科医の注意をそらすスタッフの交替といった干渉の程度を関連付けて、これらの注意散漫は手術室での不具合の要因の1例であるが、これは改善できると結論付けた。

スタッフの移動の増加はドアの開閉頻度が高まることを意味し、これにより汚染源となりうる物質を除去する換気システムの効果が低下することが示されている³⁰¹。また、手術室の空気と廊下の空気が混じることで細菌数が増加する可能性もある³⁰²。整形外科と一般外科の事例では、1時間当たりのドアの平均開閉回数は37回から135回にわたり、1分間に約1回であった^{300, 303}。心臓手術においては、ドアの平均開閉回数は1時間に19.2回で、人工材料を使用する場合は22.8回であった³⁰⁴。これは、1時間当たり平均6.4分間ドアが開いている計算になる。また、使用していない手術室のドアが廊下に向かって開いたままになっていると、室内の微生物数が大きく増加する³⁰⁵。

手術中にスタッフが新たに手術室に入ると、感染リスクが高まる恐れがある。必要な最低人数より5人余分に手術室に入った場合は、微生物数が15倍を超える³⁰⁵。整形外科領域の外傷手術に関する他の研究は、コロニー形成数と、手術室内の人数の間にはっきりした正の相関があることを明らかにしている³⁰⁶。この手術室内の人数と手術感染の発生率との関係は、人数が多いことそのものか、または手術室の出入りや手術室内での移動が増加することに起因する可能性がある^{306, 307}。

機 器

機器や機械は人の生活や患者が受ける医療を改善するが、その一方で患者に直接損傷を与えたり、完成度の低い製品に関連するエラーを増加させたり、現場のニーズに合わない雑音を発する警報システムを通じて患者に害を及ぼすことがある。実際、機器に関連する問題は、心臓手術の流れを停滞させる原因の約11%を占めている^{20, 75, 308}。Martinezら⁸は、心臓手術に伴う潜在的危険についてレビューを行い、機器（経食道心エコーのプローブ挿入による食道損傷など）、人工心肺（体外循環開始に伴う大動脈解離など）、手術器具（OPCABのブローアに起因する空気塞栓など）に関する問題を多数記載した。この中で、機械と技術が患者に害を及ぼす機序として、以下の4つが同定されている。(1) 誤使用（不十分な訓練または不注意）、(2) 装置の使用による固有の危険、(3) 不十分なメンテナンス、そして、(4) 機械の完成度の低さ。不十分な訓練、または使用認可を受けていない装置の使用、医療従事者の不適切なリスク認識、機器の管理におけるベストプラクティスの不遵守がリスクを高める⁸。これに加えて、機器に関連する有害事象に関して報告されているものに共通する事項は、誘因となる組織的なエラーを探求できていないということである⁹。

現代の機器の大半が機械効率と生体適合性に焦点をあてて設計されており、設計がヒューマンエラーに影響を及ぼすか否か、という観点はほとんど重視されていない。Wiegmannら³⁰⁹は、不具合モード解析を使用して人工心肺装置を研究し、情報ディスプレイの位置、読みやすさ、

書式に問題があることを見出した。部品は機器にしっかり組み込まれておらず、空間設計と部品の設置も理想的でなかった。そして、警報音の音量が小さすぎたり大きすぎたりし、音の調律も不適切であった。

実際、手術室での注意散漫の最大の原因の1つは、機器が発する警報音である³¹⁰⁻³¹²。警報は事前に設定した基準から外れたことを術者に知らせるよう設計されているため、術者が危険な状態を確認できる。しかし、典型的な心臓手術室には、視覚または聴覚に訴えかける警報を発する約18もの異なる機器が設置されている³¹³。Schmidら³¹⁴は、心臓手術1件の間に警報が359回発生することを報告した。これは1分間に1.2回の割合である。残念なことに、警報全体の90%もが誤検出であり³¹⁵、この結果、手術室のスタッフは本当の警報に対しても鈍感になっていた。また、心臓手術中に発生した警報を麻酔科医の反応と結びつけて分析した研究によると、731回の警報のうち有用であったのは7%にすぎず、13%は鳴ることが予測でき、止めておくことが可能であった³¹³。

雑音

上述のように、手術室内の移動、会話、警報、時には音楽のせいで、室内の騒音が職業安全衛生管理局 (Occupational Safety and Health Administration) と国立職業保安・健康協会 (National Institute for Occupational Safety and Health) の基準³¹⁷を超えるレベルに達することがある³¹⁶。こうなると患者と医療従事者双方の聴覚を妨げ、患者の転帰に影響を及ぼす危険がある^{318,319}。ある研究によると、腹部手術後でSSI (手術部位感染) が起きた患者の手術環境では、雑音のレベルが有意に高かった³¹⁹。また、手術内容と無関係の会話は、雑音レベルの著しい上昇と同等に認識される³¹⁹。

Moorthyら²⁵⁰は観察研究を実施して、通常の腹腔鏡手術の際に手術室の雑音が80 dBになると、医療上のエラーの著しい増加につながると結論付けた。また、スタッフの経験が浅い場合は、臨床上の障害が増悪することがあり、ランダム化比較試験により、経験の浅い外科医の腹腔鏡手術の実践に、音楽が有害な影響を与えることが明らかになっている³²⁰。その一方で、手術室での音楽の適切な使用により、ストレスを減らし、一部の手術室スタッフのパフォーマンスを改善できることを示唆した研究もある²⁹⁰。しかしながら、調査した麻酔科医の25%が、手術室に音楽が流れていると他のスタッフと有効に情報交換するのに妨げになると回答している³²¹。言い換えると、あるスタッフにとって心地よく有用な音楽が、他のスタッフの注意散漫を招く恐れがあるということである³²²。この問題がさらに厄介なのは、手術中に情報伝達の負荷がかかるタイミングがチーム内の担当ごとに異なるという事実であり (図4)²⁶³、そのため、チーム内の他の担当メンバーが絶対的な静寂を求めているときに何気ない会話をしてしまうことがある。

最適な手術室

手術室の最適な設計とレイアウトについては、論評で示

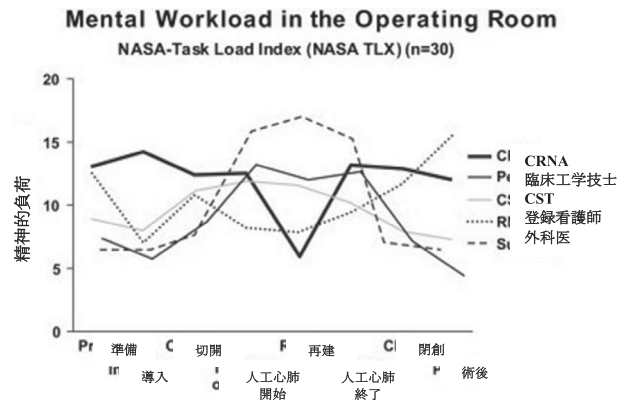


図4 心臓手術室における精神的負荷は、個々の医療従事者が担う業務の複雑さと責任に応じて手術の過程全体を通じて変化する。NASAの業務負荷指数 (NASA TLX: NASA-Task Load Index) (n=30)

CRNA: 認定看護麻酔師, CST: 認定外科技術士, NASA: 米国航空宇宙局, Elsevierの許可を得て Wadhwaら²⁶³から転載。©2010 American Association for Thoracic Surgery

唆されることはよくあるが、科学的な文献は不足し、良好な結果を示す研究はほとんどない。その中で、2つの研究が物理的環境の改善を以下の要素と関連づけている。それは、(1) スタッフのストレスと疲労の軽減、これにより医療の実施の有効性が高まる、(2) 医療安全の改善、(3) 患者の転帰の改善、そして(4) 医療の質全体の改善^{323,324}の4つで、手術室の広さが最適であれば、患者への有害事象と、手術室のスタッフ自身のトラブルが減少する可能性があることから²⁹⁷、心臓血管手術室を600平方フィート (55.7 m²) 以上にすると勧告が出された³²⁵。Killen³²²は、最適な手術室を設計するための指針を以下のように要約した。(1) 手術台の頭部の位置と手術室内の左右の位置関係を標準化する。(2) スタッフが移動し、機器を設置するのに十分な空間を確保する。(3) 患者に注意を向け続ける。(4) スタッフ全員が常に患者を確実に目視できるようにする。(5) 作業の流れの改善に役立つ技術を使用する。これに関連して、部屋の角を丸くする、壁とドアが同一面になる設計にする、床に視覚的な誘導路を描くなどの新たな提案がなされている²⁹⁷。

手術室の動線を最適化するには、不必要な過密状態を避ける必要がある。通路を確保できるように機器を配置し、コードが通路を横切らないようにするなどの工夫により、床に物がなく、潜在的危険がない状態にしなければならない²⁹⁷。天井にケーブルカバーを取り付けてコードとケーブルを通せば、頻繁に使う通路を横切る配線を減らすことができる^{291,326}。また、機器の設置は、無菌野、手術台、メイヨー台、麻酔機器、人工心臓装置との位置関係を考慮されなければならない³²⁶、無菌室のドアと患者が入り出すドアの近くには、可動アームのある機器や定置用の機器を配置しないようにする。手術室のドアは、作業領域内を移動しても無菌領域に立ち入ることがないような場所に設置される必要がある³²⁵。

手術室内の人数を制限して、室内の移動を調整することで、スタッフと物品から落下する空中浮遊汚染物質を減らせる可能性がある^{305,306}。ごく最近、周術期管理看護師協会の「Standards and Recommended Practices」は、手術室内の移動のベストプラクティスを提示した³⁰²。

心臓手術室内の物品や消耗品の最適な位置関係に関する文献はまだないが、指針は、手術室には最低 50 平方フィート (4.64 m²) の収納場所が必要であるとしている³²⁵。常識的に考えれば、消耗品を手術室内に保管すれば、作業の流れが改善し、ドアの開閉回数が減るように思われる。しかしこれに関するデータはない。いずれにせよ、術前にブリーフィングすると保管庫に行き来する回数が減少する²²²。

手術室内の雑音については、雑音の抑制により予後が改善することを明らかにした研究は現時点では存在しない。なかには、航空機のコックピットでの『滅菌』概念 (sterile cockpit) の採用を推奨する文献もあるが³²⁷、Wadhwa ら²⁶³ は、手術の経過の中でチームの認識負荷が変化することを実証し (図 4)、手術の重要な部分 (ヘパリン投与、カニューレ挿入、人工心肺の開始、人工心肺からの離脱など) では組織立った会話をするよう提案した。しかし、この対策が実際にエラーを減らすかどうかは検証されていない。

どのような症例であっても、手術中に利用できる莫大な量の聴覚および視覚情報を統合するのは容易ではない。モニターと記録システムは、スタッフが術野に顔を向けて手術に集中したまま参照できるように設置されるべきである³²⁶。2006 年、Egan³²⁸ は、Massachusetts 総合病院の「未来の手術室」を記載した。さまざまなモニター、コンピュータ、機器が視界を遮らないように壁のパネルに取り付けられ、これにより、スタッフは情報を統合しながら手術を進められる。情報伝達の単純化は、患者を囲む機器を減らし、おそらくはコミュニケーションを改善する³²⁸。また、現場にいないチームのメンバーと外科的手技のリアルタイム画像を共有できることから、引き継ぎが容易になる^{329,330}。

麻酔科的対策と外科的対策を電子カルテ上で統合できれば、警報による疲れと、警報に関連する注意散漫を軽減できる。Kruger と Tremper³¹³ は、将来の研究課題として以下にあげる 3 つの主要な領域を提案した。(1) これらのシステムを設計し、理論上の雛形と、その臨床診療への統合の橋渡しをする、(2) 医学領域のさまざまな種類の知識を、包括的な生理的モデルおよび疾病モデルに統合する、(3) この領域の知識を利用して、感度と特異度の高いアラームシステムを製作するための高度なアルゴリズムを開発する。

最後に、臨床現場に則したシミュレーション環境は、人間と機械のインタフェースの改善点を精査するのに使用でき、次世代の安全な機器を生み出す方法について医工業界にヒントを与えてくれる³³¹。また、患者を危険にさらすことなく、最適な手術室の設計とレイアウトを検討することができる。

要 約

1. 手術室の人間工学的な配慮 (広さとレイアウト) が不十分であると、手術の流れの停滞、技術的なエラー、SSI (手術部位感染)、スタッフの労働災害など、ヒューマンエラーの発生や潜在的危険につながる。

2. 最適な手術室の設計には、患者のベッドと手術台の頭部の位置の標準化、機器とスタッフの移動に十分な空間、患者への注意の持続、作業の流れを支える技術の使用を確実に盛り込む。

3. 手術室内の移動を減らせば、患者のリスク (手術の流れの停滞と SSI) を減少させられる可能性がある。

4. 手術室内には、機器の警報音、会話、音楽などによる雑音があり、そのレベルが高いと患者 (手術の遂行、手術部位感染) と手術室のスタッフ (聴きにくさ) に危険が及ぶ。

安全文化

組織文化

安全文化の欠落は、心臓手術後の良くない結果につながることが指摘されている⁸。チームワークと協力の風土は、エラー防止に留意する安全に主眼を置いた作業プロセスやコミュニケーション方法とともに理想的なものであり、これがあれば、心臓手術に代表される高リスク臨床環境においても患者への有害事象を認識し、防止できる³³²⁻³³⁴。

心臓手術の安全に関する研究は大部分が後ろ向き研究で、全体の傾向をつかむ目的で実施されてきた^{8,13,16-18,78,292}。前向き研究はわずかしかなく、安全を改善するよう設計された対策をテストしたものはさらに少ない。しかしながら、これらの研究により改善可能な領域が指摘されている。たとえば、英国のプリストル^{335,336}とカナダのウィニペグ³³⁷⁻³³⁹にある小児心臓病院では、完成度の低い質保証プログラムが異常に高い死亡率の誘因になっていた。プリストル病院 (Bristol Infirmary) の医療従事者は患者の転帰が不良であることに懸念を抱いていたが、それらの意見は取り上げられることはなかった。これは主として、問題を特定して対処する病院管理部門の「医療の質保証部門」が存在しなかったからである。ウィニペグでは症例数が少なかったために、問題のある医療の質保証プログラムがさらに不十分なものになり、警鐘事象を検出したり、それに対処したりできなくなっていた。この双方の事例が示しているのは、内部から懸念の声が上がっても問題を認識しつながらない文化と対応が不十分な医療の質保証システムによる二重の危険性である。

本項では、医療における組織文化についてレビューし、安全を揺るがす行動を特定するとともに、心臓手術に限定して記載された少数の文献を含めて、医療安全を目指す態度の素地となる組織的要因を検討する。

医療環境における組織文化

病院における組織文化、すなわち院内で培われてきた信条、思い込み、価値体系は、患者を安全に保つことに対してスタッフが示す態度に多大な影響を与える。一見よく似た病院が、まったく異なる文化とサブカルチャーを有する

ことがあり、病院スタッフの大部分が、自身の環境の安全文化に貢献して、これを創造する方法を知らずにいる。医療における現在の階層構造は長い年月をかけて進化してきた。しかしながら、特に心臓外科領域でみられるように、複雑さと技術的洗練度が高まっていることを考えると、医療従事者間の違いと力の差を重視する組織文化は安全でないことがある、組織文化が医療安全に与える影響に関しては、現在の教育および訓練パラダイムを再評価して、より協力的で職種を超えたアプローチを重視することの必要性を強調するデータが増えている³³⁹⁻³⁴²。

安全文化 対 安全風土

組織の安全文化は、危険を特定して減少させる能力と、エラーの誘因になるシステムの状況に影響するチームとしての行動と価値観を意味し、安全文化は「個人とグループの価値観、態度、認識、能力、そして組織の健全性と安全管理に決意を持って取り組む行動パターン、その様式、そして熟達」であるといわれる³⁴³。安全指向の文化を確立するにはリーダーシップがきわめて重要であるが、質改善と安全の風土を作るべく、全力で打ちこまなければならないのは最前線の医療従事者である。

これとは対照的に、組織風土は、個人またはグループが組織の構想を真摯に実施し、策定された方針と手順を遵守する度合いを意味する。Zohar³⁴⁴は、安全風土は「安全に関する方針、手順、実務に関する共通の認識」とであると述べた。風土は「その部署で実務を行う方法」と定義されることが多い。安全文化には、より微妙なものである傾向があるのに対し、安全風土は測定につながりやすく、特に機能するユニット内での測定に有用である。

安全文化と安全風土は、通常は比較的大きな組織の機能であり、手術室などの小さな機能単位には、より大きな組織の影響を受けるとはいえ、それとは異なる独自の文化と風土があるのが普通である。手術室の環境で質問表や調査などのさまざまなツールを用いて安全文化と安全風土を評価すると、興味深く、潜在的に実用性のある観察が多数得られる^{69,156,197,345,346}。心臓以外の領域の手術環境に関する研究により、外科医と看護師ではチームの他のメンバーとの親しさの程度が著しく異なることがわかった。この、メンバー間の親しさは、医療安全に影響する要素として知られている^{21,28,60}。また、実務を行う部署による医療安全への支援と認識について行われた別の研究では、看護師は医師と比較して否定的な回答を多く寄せた³⁴⁶。しかし、このような知見は必ずしも一般化できず、文化の測定ツールにはそのツール本来の限界と適用の方法にもよることを認識する必要がある。

強い安全文化が生命を救うと考えられてはいるが、文化と臨床行為の関係は複雑で微妙である。態度に関する調査から得られた知見とチームワークスキルの訓練セッションを結び付け、これに基づいて行動すれば、感情的な風土、チームワーク、患者の転帰への脅威に関する指数を改善できる⁶⁹。しかし研究者の一部は、安全文化と実際の実践は概念的にも、実際にも異なると主張している³⁴¹。さらに、対策によって医療安全に対する態度が大幅に改善されるも

の、これらの効果が持続するかどうか、また、より良好な患者の転帰に帰するかどうかは不明である。

心臓手術領域では、組織の特徴が潜在的な転帰に与える影響を評価した観察研究はわずかしかない⁸。Fleming⁸⁰は、自信に基づく主張、情報の共有、ストレスと疲労、チームワーク、業務上の価値観、エラー、手順の遵守に加えて、リーダーシップ、組織構造、安全風土について、質問表を用いて評価した。回答者らは確立された処置と手順の不遵守が頻繁に起きると述べ、それに対して安心して率直に声を上げられると回答したのはわずか43%であった。類似の結果が小児心臓手術についても報告されている¹⁵⁶、心臓手術では人工心肺法が用いられ臨床工学技士が加わることから、心臓手術室には技術を重視する独特の環境がある。チーム文化を改善するための対策を研究、設計する上で、この非常に複雑な環境は理想的である³⁴⁷。

安全文化を揺るがす行動

硬直した上下関係の厳しい文化

上下関係の厳しい文化が優勢な組織は、総じて安定性を志向し、これを非常に重視する³⁴⁸。これらの組織の特徴は、画一性と融通の利かない共同作業であると同時に、内部統制が良く効いており、そして規則と規制の厳格な遵守がなされていることである³⁴⁸。このような特性は本質的に悪いことではない。手術においては、軍隊と同様に、規則と規制を厳格に遵守し、権限の境界を明瞭にすることが、有効な実践にきわめて重要だからである。しかし、これが力の著しい乖離、職位の不平等、破壊的行動 (disruptive behavior) につながるなら、チームのメンバーはエラーを認識した場合ですら権威あるメンバーに異議を唱えたり、率直に話したりするのをためらうようになり、安全が損なわれる^{156,158,345}。管理者に中央集権化したアプローチは、安全の問題に直面した最前線の医療従事者が、率直に話し、対策を講ずることができない状況を招きがちである^{349,350}。硬直した上下関係の厳しい文化をもつ病院と外科チームは、実践測定スコア³⁵¹⁻³⁵⁶と安全風土測定スコア³⁴⁹が低いことが示されている。Singer³⁴⁹が強調しているように、目標をしぼった対策に必要なのは、プロフェッショナリズムに反する行動を集団として慎むことと、継続的な質改善への決意に力点を置いたチーム訓練をすることである。

プロフェッショナリズムと破壊的行動

質が高く安全な医療は、チームワーク、コミュニケーション、チームとしての業務環境に左右され、プロフェッショナリズムは、個人の行動と、組織構造の相互作用を通じて維持される³⁵⁷。医療の文化は、高いレベルの技術および専門知識と引きかえに、破壊的で脅迫的な行動を許容してきた歴史がある³⁵⁸。しかし、医療サービスの提供が医師個人による診療から、多職種からなるチーム中心のアプローチに移行する中で、専門家間の訓練とコミュニケーションを大切にせず、不適応行動を排除しない組織は、信頼できるレベルの医療安全と良い患者の転帰を達成し続けることはできないであろう³⁵⁹⁻³⁶³。

手術エラーは手術チームの文化を踏まえて理解しなければならない³⁶⁴。Mazzoccoら¹²は手術チームの研究を通じ、チームワーク行動、特に手術中と、引き継ぎの際のデブリーフィングで情報の共有があまりみられないチームは、患者の死亡と合併症の発生リスクが高いことを明らかにした。また、心臓外科医による技術的なエラーの発生頻度の違いは、その約45%がチームワークの要素だけに起因することを示す研究もある²⁰。そしてNurokら⁶⁹は、スタッフを混乱(ピリピリ)させるような手術室のムードと、胸部外科チームの低いパフォーマンスが関連することを見出した。

破壊的行動(disruptive behavior)とエラー、さらには死亡率を関連付ける文献が増えている。職場での脅迫的な行動が医療現場に与える影響に関する研究は、脅迫的な行動のために誤投薬に至ったことがあると回答した参加者が7%いたと報告している³⁶⁵。心臓手術については、データは少ないながら、RosensteinとO'Daniel³⁶⁶が、「強いストレス下では破壊的行動が起きやすく、患者に害が及ぶ恐れが高まる」ことを示した。また、4530名の病院勤務医と看護師を対象にした調査は、医師による破壊的行動を自身の病院内で目撃した回答者が77%に上り、看護師による同様の行動を目撃した回答者も65%いたことを報告している³⁶⁷。

この回答者によると、破壊的行動が最も起きやすいのは一般外科(28%)で、心臓血管外科では13%であった。この行動はすべての専門領域で認められた。また、周術期に関する研究では、回答者の75%が病院外科医による破壊的行動を目撃し、麻酔科医によるものは64%が、看護師によるものは59%が、外科レジデントについては43%が、そして麻酔科レジデントによるものは35%が目撃したと報告した³⁶⁸。さらに、回答者の46%が、これらの破壊的行動が有害事象を招く可能性を認識していると述べるとともに、19%が破壊的行動に起因する有害事象をはっきり目撃したと報告した。また、周術期医療に関わるスタッフの80%以上が、破壊的行動による集中力の低下、コミュニケーション/協力機能の低下、そしてチームの他のメンバーとの関係悪化を報告している。研究者らは、最前線のスタッフが、これらの行動が医療安全と患者の転帰に影響を与えると考えていると指摘した^{367,369,370}。

米国医療機関認定合同委員会は、2009年に「病院全体での安全と質の文化の創造と維持」を義務付けるリーダーシップ基準を導入しており、そこには破壊的行動に対する対処方針の策定と、容認できない行動を管理する正式なプロセスが含まれている^{371,372}。これらの破壊的行動の具体的な定義は以下のとおりである。「脅迫的で破壊的な行動としては、言葉の爆発、身体的威嚇などの目に見える行為に加えて、与えられた任務の実行を拒否したり、通常の活動中に非協力的態度を示したりすることも含まれる。また、質問への回答や電話またはポケットベルへの対応を渋ったり拒否したりする行為、見下したような言葉、声色、イントネーションの使用、質問に対する苛立ちもこれに該当する。明白な行為も消極的な行為もチームの有効性を蝕

み、患者の安全を損なう」。そして近年、米国医療機関認定合同委員会はこの定義を「安全文化を揺るがす行動(behaviors that undermine a culture of safety)」に変更した³⁷³。

破壊的行動と職場いじめには共通する部分があり、いじめは破壊的行動が極端になった例という見方もできる。Workplace Institute³⁷⁴は、いじめをこのように定義している。「健康を害する虐待で、以下のいずれかに該当するものが反復される状態。a) 暴言、b) 威嚇的、屈辱的、または強迫的で、攻撃的な行為/行動(非言語的なものを含む)、そして、c) 業務の完了を妨げる干渉または妨害」。

周術期の医療環境は、強いストレスに曝され、高い集中を要し、複雑であるため、破壊的行動もしくはいじめが潜在性に起こりやすい。状況は緊張し、手順は迅速に実施され(そうでなければならない)、正確さが求められる。特に、手術室での看護師と他のスタッフに対するいじめは、手術の実施それ自体にあるストレス、患者の重症度の高さ、周術期医療専門家の不足、超過勤務、昼も夜もない待機状態、そして個々のスタッフの専門分野がそれぞれ異なり、その意味で孤独であるという事実からある程度起こっている可能性がある³⁷⁵。破壊的行動は、医師を頂点とする階層的な文化と、スタッフが感じている「沈黙のおきて」により永続化し³⁷⁶、報復を恐れて率直に口にできないことが、小さなエラーが積み重なって大きな事象を招く環境を生む。つまり、いじめはチームワークと、安全文化の醸成を損なうのである。

破壊的行動に対して病院の腰が重いのは、複合的な原因による可能性がある。Rosenstein³⁷⁶は、組織が医療安全の文化を成功裏に推進するための10段階のプロセス(表2)を推奨した。第1段階では、リーダーシップを発揮し、破壊的行動の発生率を特定するとされるツールを用いて職場環境を真摯に評価することで、既存の問題を認識する。調整能力を発揮できるリーダーシップは、教育と訓練の提供を通じて、認識レベルと責任レベルを押し上げる。決められた方針と手順には、破壊的行動を報告するための、安全で、非懲罰的な仕組みを組み込む必要がある。このようにすれば、組織と、その個々のスタッフが、医療安全と質に一層取り組めるようになる³⁷⁶。

Vanderbilt Medical Centerでは、10年以上にわたって、プロフェッショナルとは呼べない行動を特定して測定し、それに対処することでプロフェッショナルリズムの推進に力を入れてきた^{360,377}。ここには中核となる6つの原則がある。それは、(1)リーダーの熱意、(2)対策を導くためのモデルまたは枠組み、(3)組織の方針、(4)監視ツール、(5)訓練、そして(6)説明責任³⁶⁰である。この取り組みは有効で、医療事故に対する請求件数が減少し、医療安全と質が向上し、チームのコミュニケーションが改善され、否定的な行動に突き進むことが減り、医療従事者の行動が変化した³⁷⁷。しかし、このようなプログラムが心臓手術に与える影響に特に言及した研究はない。

表 2 安全文化を推進するための 10 段階のプロセス³⁷⁶

1. 組織文化
a. リーダーシップの表明, 評価, 構造
2. 安全な臨床医療の擁護
3. 認識と意識
a. 教育
4. 組織立った教育・訓練
a. 多様性, 感受性, ストレス管理
b. 対立管理, 主張
5. 協力/コミュニケーションツール
6. 関係構築
7. 方針と手順
8. 報告の仕組み
9. 対策
a. 術前: 対策を実践する前に安全文化を評価する
b. 術中: 対策を実践しながら安全文化を評価する
c. 術後: 対策を実践した後に安全文化を評価する
10. 医療安全構想の強化

「ヒーロー文化」のもろさ

破壊的行動を問題視しない厳しい上下関係構造をさらに複雑化するの、疲弊した手術チームの「ヒーロー文化」をメディアがもてはやすということである。外科医と手術チームのメンバーが自らを犠牲にして、疲労困憊のものともせず患者のニーズを満たすというイメージは、疲労がパフォーマンスに及ぼす影響を正確に反映していない。心臓領域以外の手術チームについて行われた研究のうち、長時間にわたる勤務時間とそれに伴う睡眠不足が注意力不足³⁷⁸ならびに集中治療室に勤務するレジデントによる重大な医療上のエラーの発生率³⁷⁹に及ぼす影響を記載したものが 2 件ある。また、他の研究者らは、睡眠不足が偶発的な針刺し事故のリスク^{380,381}と、レジデントの通勤時の自動車事故のリスク³⁸²を上昇させることを示した。このように、疲労と長時間勤務が低いパフォーマンスと悪い患者の転帰を招く懸念が高まったことで、医療安全を改善しようとの努力の一環として、レジデントの勤務時間に規制がかけられることになった³⁸³。

特に疲労と睡眠不足が心臓手術に与える影響に焦点をあてた研究は 3 件あるが、いずれも、睡眠不足と重大な合併症または死亡率との関連については実証していない³⁸⁴⁻³⁸⁶。しかし、これらの研究は、エラー自体、またはエラーの認識と修正の発生率などの中間転帰を測定していないため、この結果は疲労と睡眠不足が影響しないということではなく、エラーが起きて修正するチームの回復力を反映している可能性がある。臨床工学技士を対象にした調査では、15% が起きてから最長で 36 時間後に人工心肺操作を担当し、50% が人工心肺運転中にウトウトとした経験があると述べた³⁸⁷。さらに、3 名中 2 名の割合で疲労に関連する小さなエラーを報告し、6.7% が疲労のせいで人工心肺に関連する重大な事故を起こしたことを認めている³⁸⁷。

安全文化の醸成

組織文化の変化に関する文献のほとんどが、心臓手術レベルではなく、病院レベルでの報告である^{346,349,388}。手術室での質と安全を改善するための対策は、まだ萌芽期にあり、これらの対策が、心臓手術などの危険性の高い環境の安全風土を持続的に改善できることを証明する説得力のあるデータは不足している。前述のように、チェックリスト、ブリーフィング、チームワーク訓練といった心臓手術室でのコミュニケーションを改善するための対策を導入すると、通常は手術室スタッフの安全に対する態度の改善、さらには医療安全の改善が認められる*。しかし、安全に対する組織全体の取組みを変えていこうとする試みは、組織文化というものの自体の難しい性格とそれを変えることの困難さを浮き彫りにする。

一方でチーム単位で対策を行うとすると、それが周到に練られたものでないとしても、その対策を受け入れやすいことが示されている。部署を単位とする包括的プログラムである Comprehensive Unit-Based Safety Program (CUSP) は、安全文化の構築を目指したプログラムであり、手術室ではなく集中治療室で検討されてきた³⁹⁰。この CUSP は、Michigan Keystone Project の一環として安全文化の改善を目指す対策であり、カテーテル関連感染の減少を目的として、100 施設の集中治療室が共同で取り組んでいる²⁰⁸。これは、チームワークと改善ツールを導入するための、5 段階から成る反復するプロセスであり、まず安全科学についてスタッフを教育し、問題を特定する。その上で、経営陣がスタッフと共同で安全に対する潜在的危険に優先的に対処しつつ必要な情報と資金を提供し、毎月 1 件の問題から教訓を得て、文化を断続的かつ定量的に評価するというものである。このプログラムは組織の周到に練られた計画に組み込むことができるが、安全に対する危険を特定し、これを正す決定権は最前線のスタッフに与えてその裁量に任せている。CUSP アプローチを特定のチェックリストと併用すれば、カテーテル関連感染の事実上の根絶²⁰⁸、人工呼吸器関連肺炎の有意な減少²¹⁰、ならびにチームワーク風土の著明な改善³⁹⁰を達成できる。

組織による質の重視がもたらす有益性

小児心臓手術患者が多数死亡したブリストルとウィニペグの経験は、確固たる医療の質改善と質保証プログラムの必要性を強調する³³⁵⁻³³⁹。この双方で、病院が問題を特定して対処する能力が不十分で、発せられた警告が顧みられなかった。調査委員会は、組織として医療の質管理システムを優先し、あらゆる関係者（患者と家族を含む）からのフィードバックを取り込み、医療従事者全員が率直に声を上げ、それに耳を傾けるよう奨励する文化を確立するなどの抜本的な改革を推奨した。そして、病院全体の医療の質を管理する部局がこれらの努力を先導して、問題を検出し、対策の実施後の進捗を監視すべきであると記載している^{335,339}。

* References 44, 63, 158, 164, 171, 183, 278, 389.

単一病院が実施した改善

個々の医療行為は医療の連続性を通じて緊密に結びついているため、心臓手術における医療の質改善構想の大部分は、手術室だけに焦点を当ててはいるわけではない。心臓手術患者の管理に用いる包括的なアプローチには、Total Quality Management^{391, 392}, Institute for Healthcare Improvement Breakthrough Collaboratives³⁹³, ProvenCare³⁹⁴, Operational Excellence³⁹⁵などがある^{396, 397}。これらの取組みが奏効するか否かは、各モデルがどの程度、チームの信頼、データの統合、臨床上のリーダーシップ、組織の関与、質改善のための基盤からなる要素を満たしているかで決まる³⁹⁸。

Doranら^{393, 394}は、地域の成人心臓手術プログラムにおける迅速サイクル改善モデル（米国医療の質改善研究所のBreakthrough Series）使用の結果を観察し、入院期間、人工呼吸器使用期間、患者満足度、費用が有意に改善することを見出した。またStanfordら³⁹¹は、Total Quality Managementシステムの効果を発表した。このシステムは、外科医主導による周術期チェックリストの導入、看護師による進捗の監視、「誰かを咎めるのではなく問題解決を重視する」M & Mカンファレンス（mortality and morbidity conference）の実施、そして多職種チームによる協議の義務化からなり、冠動脈バイパス術を受けた患者の手術死亡率を有意に低下させた³⁹²。

ProvenCareは、病院が単独で推進する医療の質改善プログラム（Geisinger Health System, 米国ペンシルバニア州ダンビル）³⁹⁴で、待機冠動脈バイパス術患者に対する40の要素からなる医療指針であり、これは心臓外科医に依頼して開発された。これらの要素はエビデンスに基づくもので、一貫して実践できるよう医療プロセスに組み込まれており、この医療プロセスはパフォーマンスを改善するため繰り返し修正された。その結果、血液製剤の使用量、集中治療室への再収容、ならびに再入院が減少した。ProvenCareモデルは健康保険のための予算を削減できるとして大いに注目されたが、それにとどまらず、その有効性と一貫性により、継続的な質管理と、安全文化を目的とする重要な実践のためのモデルを提供している³⁹⁴。

プロセスを重視する多職種アプローチ（process-oriented multidisciplinary approach: POMA）は、イングランド リーズの心臓手術プログラムの一環で、冠動脈バイパス術を受ける患者を医療従事者全員で術前に評価し、準備するよう求めている³⁹⁶。POMA実施以前（ $n=262$ ）と実施以後（ $n=248$ ）に冠動脈バイパス術を受けた患者を比較すると、平均入院期間、手技の費用の中央値、そして心房細動と呼吸器感染の発生率の改善が認められた³⁹⁶。

また、Uhligら³⁹⁷は、冠動脈バイパス術を受ける患者を多職種チームが毎日決まって回診する試みについて記載した。この回診には、患者、患者の家族、薬剤師、看護師、ソーシャルワーカー、医師助手、心臓外科医が参加する。その結果、患者満足度が大いに上がり、死亡率も低下した。

最後に、Culigら³⁹⁵は、トヨタ自動車の生産システム（Toyota Production System）から着想を得た「Operational Excellence」の効果を調査した。これは、地域で使用する新たな心臓手術外科プログラムで、正式な問題解決プロセスを含む1日10分間のきちんとした会議を実施したところ、厳格で、上下関係が厳しく、「問題は罰するべきである」と考える文化を、協力的で「問題が見つかるのは良いことだ」と考える文化に転換できた。そして、自治体の担当部局が持つデータで進捗状況を2年間にわたって追跡した³⁹⁵ところ、冠動脈バイパス術合併症のリスク調整済み発生率が、対照として用いた地域住民で観察された数値の60%に低下した³⁹⁵。

医療の安全と信頼の文化は、質と安全を有効に改善する第一歩である³⁹⁹。「非難と恥」の懲罰的な文化より、「公正な文化」のほうが、信頼構築に必要なムードと行動を生む^{400, 401}。改善の科学の訓練を受けた臨床分野のリーダーは、職場の問題を特定し、その解決を図るための一貫した行動を通じて職場の信頼を強化できる⁴⁰²。このようなリーダーシップ行動は、医療の質改善を目指す組織の決意を示すとともに、質改善のための基盤を提供することになる。

複数の病院が共同で実施した改善

多施設が長年にわたり共同で取り組むことで、心臓手術の質と安全の改善が得られている。これが成功した理由の大部分は、心臓手術に関する各施設・各外科医のデータとベストプラクティスを共有したことにある。心臓外科におけるこのモデルは、1987年にNorthern New England Cardiovascular Disease Study Groupの設立に伴って始められた⁴⁰³⁻⁴⁰⁶。5つの病院とそれぞれの循環器チームが、患者の人口統計学的データとプロセスおよび結果に関するデータの収集と共有を開始し、予測可能なモデルを構築するためのリスク調整法を開発するとともに、標準化、実践による改善、学習の共有などを重視しながら、互いの施設にサイトビジットを行い、頻りに顔を合わせて会議を行った⁴⁰⁷。このモデルの実用化により、総死亡率⁴⁰⁸、女性患者の死亡率⁴⁰⁹、出血再開胸止血⁴¹⁰などのデータが改善された。

この成功を基礎として、他の多施設共同プログラムも開発されている。1996年には、心臓外科医のグループにより、17の病院と10の循環器および胸部外科グループが参加するVirginia Cardiac Surgery Quality Initiative⁴¹¹が設立された。この焦点を絞ったプロジェクトは、米国バージニア州全域で周術期の心房細動の発生率を低下させ、血糖管理を改善し、輸血の頻度を低下させた⁴¹²。またミシガン胸部・心血管外科学会（Michigan Society of Thoracic and Cardiovascular Surgeons）は、ベストプラクティスからの逸脱を減らすことを目的とした質に関する構想を策定した⁴¹³。現在、この構想は健康保険からの資金投入を受けており、対策とデータの共有に力点を置くことで、冠動脈バイパス術における左内胸動脈の使用を増加させ、長期間の人工呼吸器使用率を低下させた^{414, 415}。成人の冠動脈バイパス術患者を対象とした上記以外の共同プロ

グラムとしては、Alabama Coronary Artery Bypass Grafting Project, Washington Clinical Outcomes Program, California Local/Regional Cardiac Surgery Database, Minnesota Local/Regional Cardiac Surgery Database³⁹⁸ などがある。

一方で、医療の質改善を目的とした共同プログラムの一般的な有効性に疑問を呈した研究もある^{416,417}。資金不足、データの脆弱性、外科医にかかる競合的プレッシャーにより、共同プログラムは長続きしない可能性があるという主張である。今後は、外部データを共有したり、組織を超えて学習しあうことの有用性を検討することで、どのようなプログラムが参加者全員のパフォーマンスを最大化するのかを見出せる可能性がある。また、医療環境での使用を想定して改良された情報技術と質管理ツールが広く利用可能になれば、持続的なアウトカムの改善をもたらす対策の開発に役立つであろう。

将来の研究

心臓手術環境でのヒューマンエラーの理解を深める上で、次の段階として行うべきは、エラーの原因となる因子に関する多職種を対象にした前向き研究であるかもしれない^{347,418,419}。このヒューマンファクター研究では、より大きな組織、作業空間、必要な臨床的・技術的プロセス、機器と人間の相互作用、そしてとりわけ人間同士の相互作用（コミュニケーションとチームワーク）について検討する必要がある。また、臨床的な専門知識を有する研究者（外科医、看護師、麻酔科医、臨床工学技士）と、臨床以外の専門知識を有する研究者（ヒューマンファクター専門家、システム分析の専門家）が共同して実施するものでなければならない⁴²⁰。CatchpoleとWeigmann³⁴⁷は、心臓手術室での安全とパフォーマンスをより深く理解するべく、将来の研究では、研究デザイン、改善のためのシステム改革、そして転帰に及ぼす影響の測定を重視するよう推奨している。この方法論に基づいて「起きるはず」の事象ではなく、実際に起きた事象の観察と分析を行えば、有害でなかったインシデントと有害事象について、インシデント報告を超える情報が得られるであろう³⁴⁷。

要 約

1. 心臓手術の医療安全に関する研究の大半は、現状の傾向を確認するための後ろ向き研究であり、ヒューマンエラーの減少や安全の改善を目的とした対策をテストするための前向き研究ではない。
2. 米国医療機関認定合同委員会は「病院全体での安全と質の文化の創造と維持」を義務付ける基準を導入しており、破壊的行動に対する対処方針の策定と、容認できない行動を管理する正式なプロセスが含まれる。
3. 不十分なチームワーク行動とピリピリした風土は、手術チームのエラーと患者の悪い転帰につながる。
4. 心臓手術環境における地域および地方レベルの医療の質改善構想は、とりわけ血液製剤の使用量、人工呼吸器使用時間、入院期間、集中治療室への再入室、再入院、死

亡率、患者満足度、ならびに費用を改善させた。

5. 心臓手術に関する多施設共同の医療の質改善プログラムは、具体的には、患者の人口統計学的データとプロセスおよび結果に関するデータを共有して互いの病院をサイトビジットし合うことで、ベストプラクティスの地域における標準化と、総死亡率、女性の死亡率、血液製剤の使用量、長期にわたる人工呼吸器の使用、ならびに血糖管理を改善し、内胸動脈の使用率を増加させた。

結 論

心臓手術はリスクの高い医療行為であることから、医療安全に大きな注意を向ける必要があるが、それを持続するには安全文化が不可欠である。この領域の研究はまだ萌芽期ではあるものの、価値ある情報が得られている。現在も病院や研究グループによって、チームワークとコミュニケーションを改善するべく設計された対策や、破壊的行動と疲労の減少を目的とする他の対策の検討が行われている。医療安全を最優先すれば、最終的には患者満足度の大幅な向上と臨床での転帰改善につながるはずである。

将来の対応と研究に関する推奨事項： 医療安全のための「実施要請」

WHOの主な目標の1つは手術エラーの減少である。そのため、2008年にガイドラインを公表し、手術を受ける患者の安全を確保するための実務を複数特定し、推奨した⁴²¹。それでもエラーはなくなる。しかし、ヒューマンエラーを減らすための従来のアプローチは、通常は病院または専門学会の医療の質管理委員会が主導したもので、医療安全における問題点を著しく改善する先例を確立してきた。上記の各トピックに記載したように、現在までに得られているエビデンスは限られているが、いくつかの対策を支持しており、これらの対策の実施を優先すれば、ほぼ確実に医療安全を改善できる。さらに、共同で行う努力を通じて臨床研究の独自の領域であるヒューマンエラーに関する科学的研究を拡大することで、心臓手術室ならびに他の手術環境と治療環境（心臓カテーテル実施施設など）での医療安全を改善する機会を提供できる可能性がある。具体的な研究領域には、以下の内容が確実に含まれている必要がある。(1) コミュニケーションの失敗とチームワークの崩壊に関する理解の深化、(2) コミュニケーションとチームワークを改善する対策（チームワーク訓練、ブリーフィングとデブリーフィング、シミュレーションなど）を実践し、強化する最善の方法、(3) プロフェッショナルリズムと安全文化を推進する対策、そして、(4) 理想的な空間とレイアウトを含み、流れの停滞とスタッフの移動を最小限にする手術室の人間工学。さらには、行動の変化とコミュニケーションスキルなどの医療従事者の側の改善と、合併症発生率（感染など）と費用などの患者側の転帰を測定するのが理想である。

コミュニケーションとチームワークに関する最新知識の臨床現場への応用を容易にする機会

表3に、米国心臓病学会財団と米国心臓協会が取り決

表3 推奨事項の分類とエビデンスレベル

		治療の有効性の大きさ			
		クラス I 有益性 >>> リスク 処置/治療を実施/施行するべきである。	クラス IIa 有益性 >> リスク 目的を限定した更なる研究が必要である。 処置/治療の施行が妥当である。	クラス IIb 有益性 ≥ リスク 幅広い目標を有する更なる研究が必要。追加のレジストリデータがあるのが望ましい。 処置/治療を考慮してもよい。	クラス III 有益でない クラス III 有害である
		COR III: 有益でない		COR III: 有害である	
		COR III: 有益でない		COR III: 有害である	
		COR III: 有益でない		COR III: 有害である	
治療の有効性の確実性（正確さ）の推定	レベル A 複数の集団での評価* 複数のランダム化比較試験またはメタアナリシスから得られたデータ	■ 処置または治療が有用/有効であるとする推奨事項 ■ 複数のランダム化試験またはメタアナリシスから十分なエビデンスが得られている。	■ 処置または治療が有用/有効であることを支持する推奨事項 ■ 複数のランダム化試験またはメタアナリシスから相反するエビデンスが得られている。	■ 有用性/有効性があまり確立されていない推奨事項 ■ 複数のランダム化試験またはメタアナリシスから相反するエビデンスが多く得られている。	■ 処置または治療が有用/有効でなく、有害となりうるとする警告 ■ 複数のランダム化試験またはメタアナリシスから十分なエビデンスが得られている。
	レベル B 限定された集団での評価* 1件のランダム化試験または非ランダム化研究から得られたデータ	■ 処置または治療が有用/有効であるとする推奨事項 ■ 1件のランダム化試験または非ランダム化研究からエビデンスが得られている。	■ 処置または治療が有用/有効であることを支持する推奨事項 ■ 1件のランダム化試験または非ランダム化研究から相反するエビデンスが得られている。	■ 有用性/有効性があまり確立されていない推奨事項 ■ 1件のランダム化試験または非ランダム化研究から相反するエビデンスが多く得られている。	■ 処置または治療が有用/有効でなく、有害となりうるとする警告 ■ 1件のランダム化試験または非ランダム化研究からエビデンスが得られている。
	レベル C 非常に限定された集団での評価* 専門家、症例研究または標準治療にみられる意見の一致のみ	■ 処置または治療が有用/有効であるとする推奨事項 ■ 専門家の意見、症例研究または標準治療しか存在しない。	■ 処置または治療が有用/有効であることを支持する推奨事項 ■ 専門家の意見、症例研究または標準治療しか存在せず、異論もある。	■ 有用性/有効性があまり確立されていない推奨事項 ■ 専門家の意見、症例研究または標準治療しか存在せず、異論もある。	■ 処置または治療が有用/有効でなく、有害となりうるとする警告 ■ 専門家の意見、症例研究または標準治療しか存在しない
	推奨事項の記載に勧められる文言	べきである 推奨される 適応となる 有用/有効/有益である	妥当である 有用/有効/有益となりうる おそらく推奨されるか、適応となる	考慮してもよい/考慮してもよいであろう 妥当である可能性がある 有用性/有効性は不明/不確/不確定である、もしくは確立されていない	COR III: 有益でない 推奨されない 適応とならない 実施/施行すべきでない/その他 有用/有効/有益でない
有効性を比較する場合の文言†	治療/戦略 A は、治療/戦略 B に優先して推奨される/適応となる 治療/戦略 B ではなく、治療/戦略 A を選択するべきである	治療/戦略 A は、おそらく治療/戦略 B に優先して推奨される/適応となる 治療/戦略 B ではなく、治療/戦略 A を選択するのが妥当である			

エビデンスレベル B または C の推奨事項であっても、それだけで推奨の度合いが弱いことを意味するわけではない。ガイドラインで扱われる重要な臨床上の問題の多くは、それ自体は臨床試験で検討されず、またランダム化試験が実施できなくても、特定の検査または治療が有用または有効であるという非常に明確なコンセンサスが得られる場合もあるからである。

*臨床試験またはレジストリから入手可能な、異なる部分集団（性別、年齢、糖尿病の既往歴、心筋梗塞の既往歴、アスピリン使用歴など）での有用性/有効性に関するデータ。

†推奨事項の有効性の比較（クラス I と IIa, エビデンスレベル A と B のみ）については、比較動詞を用いて説明する研究は、評価対象の治療または戦略同士を直接比較するものでなければならない。

めた推奨事項の分類とエビデンスのレベルを示す。さらに、執筆者グループが下した結論と、この分類方式を適用した推奨事項の一覧を以下に示す。

コミュニケーションの失敗は、よくみられる現象であり、一般外科と心臓外科の双方において、エラーと有害な転帰をもたらす原因の1つと指摘されている[†]。航空産業と軍隊で実施されてきた研究により、チーム訓練を行うことで共同作業の改善とパフォーマンスの強化を促進できる

ことが実証されている。コミュニケーションに関するノンテクニカルスキルの訓練については、手術環境で生じる影響に関するデータがかなり得られており、具体的な方法としては、チェックリスト、プリーフィングとデプリーフィング、その他の組織立ったコミュニケーションツールとプロトコル、チーム訓練、シミュレーション訓練などがあ[‡]。しかしながら、米国医療機関認定合同委員会が求めている標準化されたタイムアウトを除けば、プロトコルを

[†] References 13, 16, 18, 20-23, 58, 59, 72, 76-80.

[‡] References 44, 45, 63, 66, 68, 162, 164, 170-173, 176, 178, 182-184, 190-192, 195, 197, 198, 204, 208, 210, 215, 217-220, 222, 223, 422, 423.

利用する標準化された重要な相互的な対策は、心臓手術室でも他の手術室でも広く導入されてはいない。さらに、チーム訓練に関する長期研究によると、改善の維持が容易でないことが示唆されている^{164, 197, 198}。

推奨事項

1. 心臓手術症例では必ずチェックリスト、ブリーフィングまたはその両方を実践するべきであり、心臓手術室のリーダーは術後のデブリーフィングを奨励すべきである（クラス I, エビデンスレベル B）。

2. 心臓手術室では、コミュニケーション、リーダーシップ、状況認識を改善するためのチーム訓練を実施すべきであり、その対象には心臓手術チームのメンバー全員を含めるべきである（クラス I, エビデンスレベル B）。

3. 心臓手術患者を他の医療従事者に引き継ぐ際には、正式な引き継ぎ手順を実践すべきである（クラス I, エビデンスレベル B）。

4. 重大であるがまれにしか起こらない事象（人工肺の緊急交換）を想定したシナリオ訓練を、心臓手術チームのメンバー全員を対象として定期的実施するのが妥当である（クラス IIa, エビデンスレベル C）。

5. チームワークとコミュニケーションに関して以下のような研究を今後実施していくのが妥当である。(a) 最適なコミュニケーションモデル（心臓手術室でのブリーフィングと構造化されたコミュニケーション手順など）を検討する研究。(b) 心臓手術室での使用に「最善の成果」を判断するためのチーム訓練モデルを検討する研究。(c) チームワークとコミュニケーションスキルの正式な訓練を実践する上での障害を調査する。(d) このような訓練が医療従事者の成果（安全に対する態度、ベストプラクティスの遵守、コミュニケーションスキルなど）に与える持続的な影響に関する長期的な研究。(e) チームワークとコミュニケーションスキルの正式な訓練について、患者のアウトカム（満足度、血液製剤の使用量、感染率、ICUへの再収容、死亡率、費用など）の改善における有効性を調査する研究。(f) 有害事象および有害でなかったインシデントに関するデータを得るための多職種を対象とした全国的な匿名の事象報告制度を確立する研究（クラス IIa, エビデンスレベル C）。

物理的環境の研究機会

心臓手術室への人間工学の応用は、大部分とまではいえないまでも、多くの手術室で不十分である。患者とスタッフ双方に対してさまざまな潜在的危険が存在しており、例をあげれば、スタッフの移動と気流による患者の感染^{305, 307}、コードや機器へのつまづきによるスタッフの転倒リスク^{297, 298}、警報音、音楽、あちこちで行われる会話などに起因する室内の全員にとって危険な水準の雑音などがある[§]。しかしながら、効果的な作業の流れとスタッフの人数制限を設ける最適な手術室を設計すれば、これらの潜在的危険を低減できる可能性がある。さらに、感

度と特異度の高いアラームシステムを設計することによっても、さまざまな監視装置からの情報を統合し、雑音やアラームによる疲れを軽減することで、医療安全を改善できる可能性がある^{313, 328}。

推奨事項

1. アラームに関連した注意散漫を減らし、複数の情報源から得た情報を統合する医療従事者の能力を向上させるべく、手術室における最適な設計と情報システムの試験を検討するのが妥当である（クラス IIa, エビデンスレベル C）。

2. 今後の研究における革新的な領域として、手術室の最適な設計とレイアウトを現場とシミュレーション環境の双方で検討していく手法は妥当であり、それにより、費用のかさむ設計エラーを回避できる可能性がある（クラス IIb, エビデンスレベル C）。

安全文化：プロフェッショナリズムと質に関する方針の実践

2009年、米国医療機関認定合同委員会は、安全文化の醸成と維持を義務付ける基準を導入した。そこには、破壊的行動に対する対処方針の策定と、容認できない行動を管理するための正式なプロセスが含まれる^{371, 372}。心臓手術チームを含む各専門分野の部署は、正の側面と負の側面を兼ね備えた独自の文化を築くことがある。

推奨事項

1. あらゆる病院環境での医療専門職による破壊的行動を定義した病院ごとの方針を、容認できない行動に対処するための透明性ある正式な手順と、そのような行動を根絶するための対策とともに、ただちに実施すべきである（クラス I, エビデンスレベル C）。

2. われわれは、すべての病院が医療の質保証と質改善を目的としたしっかりとしたプログラムを確立し、以下の活動を通じて真摯に安全文化の構築に努めることを推奨する。(a) システム、部署、個人レベルの安全に対する潜在的危険の特定を継続的に試みていく。(b) 特定した潜在的危険を除去するためのリーダーシップと情報および費用を提供する。(c) 心臓手術チームのメンバー全員が懲罰的でない風土の醸成に協力するよう促し、それを尊重する（クラス I, エビデンスレベル C）。

安全文化の研究機会

組織文化が医療従事者または患者の転帰に及ぼす影響を評価した研究はわずかしかない^{394, 395, 397}。現在利用できるデータからは、医療安全と医療の質改善構想が患者アウトカム（満足度、血液製剤の使用量、感染率、ICUへの再収容、死亡率、費用など）を改善する可能性について限定的なエビデンスしか得られておらず、安全重視に向けた医療従事者の態度と組織文化の改善が持続可能かどうかも分かっていない。

§ References 296, 304, 310, 311, 314, 316, 317, 321.

推奨事項

1. 技術志向で複雑な心臓手術室の環境での対策に対して科学的な検討を行うことが妥当であり、具体的には (a) 安全文化と安全風土を改善するべく設計された既存のツールをテストし新たなツールを開発すること、(b) 対策後に継続的な評価を実施して安全文化の持続的改善を測定すること、(c) 選択した有害な転帰を減少させるか否か、安全文化の改善における有効性を評価する大規模な多施設共同臨床試験の確立につなげること、などがあげられる (クラス IIb, エビデンスレベル C)。

2. 心臓手術室でのエラー発生の素地となるヒューマンファクターとシステム要因を検討する多職種を対象とした前向き研究の計画と、それに対する資金投入は妥当である (クラス IIb, エビデンスレベル C)。

謝辞

この科学ステートメントの作成には、重要な文献検索を徹底的に実施された司書の方々の献身的な努力と多大な貢献に支えられたことを私たちは認識しており、深甚なる謝意を表します。

Teri Lynn Herbert, MS, MLIS, Medical University of South Carolina Library, Charleston, SC; Rebecca H. Kindon, MLS, SUNY Upstate Medical University, Syracuse, NY; Whitney Townsend, MLIS, A. Alfred Taubman Health Sciences Library, University of Michigan, Ann Arbor, MI; Elizabeth Schneider, MS, AHIP, Treadwell Library, Massachusetts General Hospital, Boston MA; Carole Foxman, MA, MS, AHIP, Treadwell Library, Massachusetts General Hospital, Boston MA; Deborah Jameson, MS, AHIP, Treadwell Library, Massachusetts General Hospital, Boston MA; and Lorri Zipperer, MA, Zipperer Project Management, Albuquerque, NM. In addition, we recognize the contributions of Donna Stephens, Cheryl Perkins, and Melanie Turner of the American Heart Association for their support of the Writing Committee work.

利益相反の開示

Writing Group Disclosures

Writing Group Member	Employment	Research Grant	Other Research Support	Speakers' Bureau/Honoraria	Expert Witness	Ownership Interest	Consultant/Advisory Board	Other
Joyce A. Wahr	University of Michigan	AHRQ*	None	None	None	None	None	None
Nancy A. Nussmeier	SUNY Upstate Medical University	None	None	None	None	None	None	None
J.H. Abernathy III	Medical University of South Carolina	None	None	PharMEDium*	None	None	None	None
Michael H. Cullig	West Penn Allegheny Health System	None	None	None	None	None	None	None
Pirooz Eghtesady	Washington University, St. Louis	None	None	None	None	None	None	None
Michael R. England	Physician's Organization at Tufts Medical Center	None	None	Hospira†	None	SafePath Medical‡; Echo Therapeutics‡	None	None
David C. Fitzgerald	Inova Heart and Vascular Institute	None	None	None	None	None	None	None
John S. Ikonomidis	Medical University of South Carolina	None	None	None	None	None	None	None
Robert C. Groom	Maine Medical Center	None	None	Various honoraria from nonprofit anesthesia, perfusion, and surgery societies*	Expert witness for defense (industry), CPB-related accidents; 2 ongoing cases witness for defense (hospital)*	None	FDA consultant on device issue*	Editor-in-Chief, <i>Journal of ExtraCorporeal Technology</i> *; treasurer for AmSECT*
Elizabeth H. Lazzara	University of Central Florida	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD
Elizabeth A. Martinez	Massachusetts General Hospital	AHRQ‡	None	None	None	None	None	None
Richard L. Prager	University of Michigan	None	None	None	None	None	None	None
Eduardo Salas	University of Central Florida	None	None	None	None	None	None	None
Juan A. Sanchez	St. Agnes Hospital, Johns Hopkins School of Medicine	None	None	None	None	None	None	None
Bruce E. Searles	SUNY Upstate Medical University	Transonic Systems‡; Circulatory Technologies‡	None	None	Expert witness for defense in 2010 and 2011 for standards of care for perfusion practice‡	None	None	None

(Continued)

Writing Group Disclosures, Continued

Writing Group Member	Employment	Research Grant	Other Research Support	Speakers' Bureau/Honoraria	Expert Witness	Ownership Interest	Consultant/Advisory Board	Other
Patricia C. Seifert	Inova Heart and Vascular Institute	None	None	None	None	None	None	None
Frank W. Sellke	Lifespan/Brown Medical School	None	None	None	Expert witness for defendant in aortic dissection case*	None	CLS Behring*; Novo Nordisk*; Regado*; The Medicines Co*	None
Scott A. Shappell	Clemson University	None	None	None	None	None	None	None
Bruce D. Spiess	Virginia Commonwealth University Medical Center	None	None	None	None	None	None	None
Thoralf M. Sundt III	Massachusetts General Hospital	None	None	None	None	None	None	None
Vinod H. Hourani	Emory University	AHA*; Edwards Lifesciences*; Maquet Medical*; NIH*	None	Edwards Lifesciences*; Maquet Medical*; Sorin Medical*; St. Jude Medical*	None	Owner and founder of Apica Cardiovascular* (start-up company)	Maquet Medical*; St. Jude Medical*	None

This table represents the relationships of writing group members that may be perceived as actual or reasonably perceived conflicts of interest as reported on the Disclosure Questionnaire, which all members of the writing group are required to complete and submit. A relationship is considered to be "significant" if (1) the person receives \$10 000 or more during any 12-month period, or 5% or more of the person's gross income; or (2) the person owns 5% or more of the voting stock or share of the entity, or owns \$10 000 or more of the fair market value of the entity. A relationship is considered to be "modest" if it is less than "significant" under the preceding definition.

*Modest.

†Significant.

Reviewer Disclosures

Reviewer	Employment	Research Grant	Other Research Support	Speakers' Bureau/Honoraria	Expert Witness	Ownership Interest	Consultant/Advisory Board	Other
Paul Barash	Yale University Medical Center	None	None	None	None	None	None	None
Paula Graling	Inova Fairfax Hospital	Inova Seed grant (compliance with surgical safety checklist across perioperative services)†	None	None	None	None	AORN (unpaid)*	None
Loren Hiratzka	Bethesda North Hospital	None	None	None	None	None	None	None
Jeffrey Riley	Mayo Clinic, Rochester	None	None	None	None	None	None	None
Marc Ruel	University of Ottawa Heart Institute	None	None	None	None	None	None	None
Doug Wiegmann	University of Wisconsin–Madison	US Department of Defense†	None	Grand rounds talk*	None	None	American College of Surgeons (unpaid)*	None

This table represents the relationships of reviewers that may be perceived as actual or reasonably perceived conflicts of interest as reported on the Disclosure Questionnaire, which all reviewers are required to complete and submit. A relationship is considered to be "significant" if (1) the person receives \$10 000 or more during any 12-month period, or 5% or more of the person's gross income; or (2) the person owns 5% or more of the voting stock or share of the entity, or owns \$10 000 or more of the fair market value of the entity. A relationship is considered to be "modest" if it is less than "significant" under the preceding definition.

*Modest.

†Significant.

References

1. ElBardissi AW, Aranki SF, Sheng S, O'Brien SM, Greenberg CC, Gammie JS. Trends in isolated coronary artery bypass grafting: an analysis of the Society of Thoracic Surgeons adult cardiac surgery database. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2012;143:273–281.
2. Brennan TA, Leape LL, Laird NM, Hebert L, Localio AR, Lawthers AG, Newhouse JP, Weiler PC, Hiatt HH. Incidence of adverse events and negligence in hospitalized patients: results of the Harvard Medical Practice Study I. *N Engl J Med.* 1991;324:370–376.
3. Leape LL, Brennan TA, Laird N, Lawthers AG, Localio AR, Barnes BA, Hebert L, Newhouse JP, Weiler PC, Hiatt H. The nature of adverse events in hospitalized patients: results of the Harvard Medical Practice Study II. *N Engl J Med.* 1991;324:377–384.
4. Vincent C, Neale G, Woloshynowych M. Adverse events in British hospitals: preliminary retrospective record review [published correction appears in *BMJ.* 2001;322:1395]. *BMJ.* 2001;322:517–519.
5. Gawande AA, Thomas EJ, Zinner MJ, Brennan TA. The incidence and nature of surgical adverse events in Colorado and Utah in 1992. *Surgery.* 1999;126:66–75.

6. Guru V, Tu JV, Etchells E, Anderson GM, Naylor CD, Novick RJ, Feindel CM, Rubens FD, Teoh K, Mathur A, Hamilton A, Bonneau D, Cutrara C, Austin PC, Fremes SE. Relationship between preventability of death after coronary artery bypass graft surgery and all-cause risk-adjusted mortality rates. *Circulation*. 2008;117:2969–2976.
7. Kohn LT, Corrigan JM, Donaldson MS. *To Err Is Human: Building a Safer Health System*. Washington, DC: National Academy Press; 2000.
8. Martinez EA, Thompson DA, Errett NA, Kim GR, Bauer L, Lubomski LH, Gurses AP, Marsteller JA, Mohit B, Goeschel CA, Pronovost PJ. Review article: high stakes and high risk: a focused qualitative review of hazards during cardiac surgery. *Anesth Analg*. 2011;112:1061–1074.
9. Wachter RM. Patient safety at ten: unmistakable progress, troubling gaps. *Health Aff (Millwood)*. 2010;29:165–173.
10. Reason J. *Human Error*. New York, NY: Cambridge University Press; 1990.
11. Reason J. *The Human Contribution: Unsafe Acts, Accidents and Heroic Recoveries*. Burlington, VT: Ashgate Publishing; 2008.
12. Mazzocco K, Pettiti DB, Fong KT, Bonacum D, Brooker J, Graham S, Lasky RE, Sexton JB, Thomas EJ. Surgical team behaviors and patient outcomes. *Am J Surg*. 2009;197:678–685.
13. Carthey J, de Leval MR, Reason JT. The human factor in cardiac surgery: errors and near misses in a high technology medical domain. *Ann Thorac Surg*. 2001;72:300–305.
14. Shouhed D, Gewertz B, Wiegmann D, Catchpole K. Integrating human factors research and surgery: a review. *Arch Surg*. 2012;147:1141–1146.
15. Mishra A, Catchpole K, Dale T, McCulloch P. The influence of non-technical performance on technical outcome in laparoscopic cholecystectomy. *Surg Endosc*. 2008;22:68–73.
16. Catchpole KR, Giddings AE, de Leval MR, Peek GJ, Godden PJ, Utley M, Galloway S, Hirst G, Dale T. Identification of systems failures in successful paediatric cardiac surgery. *Ergonomics*. 2006;49:567–588.
17. Catchpole K, Mishra A, Handa A, McCulloch P. Teamwork and error in the operating room: analysis of skills and roles. *Ann Surg*. 2008;247:699–706.
18. Morris JA Jr, Carrillo Y, Jenkins JM, Smith PW, Bledsoe S, Pichert J, White A. Surgical adverse events, risk management, and malpractice outcome: morbidity and mortality review is not enough. *Ann Surg*. 2003;237:844–851.
19. Healey AN, Sevdalis N, Vincent CA. Measuring intra-operative interference from distraction and interruption observed in the operating theatre. *Ergonomics*. 2006;49:589–604.
20. Wiegmann DA, ElBardissi AW, Dearani JA, Daly RC, Sundt TM 3rd. Disruptions in surgical flow and their relationship to surgical errors: an exploratory investigation. *Surgery*. 2007;142:658–665.
21. ElBardissi AW, Wiegmann DA, Henrickson S, Wadhwa R, Sundt TM 3rd. Identifying methods to improve heart surgery: an operative approach and strategy for implementation on an organizational level. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2008;34:1027–1033.
22. de Leval MR, Carthey J, Wright DJ, Farewell VT, Reason JT. Human factors and cardiac surgery: a multicenter study. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2000;119(pt 1):661–672.
23. Catchpole KR, Giddings AE, Wilkinson M, Hirst G, Dale T, de Leval MR. Improving patient safety by identifying latent failures in successful operations. *Surgery*. 2007;142:102–110.
24. Solis-Trapala IL, Carthey J, Farewell VT, de Leval MR. Dynamic modelling in a study of surgical error management. *Stat Med*. 2007;26:5189–5202.
25. Woods D, Patterson EB. How unexpected events produce an escalation of cognitive and coordinative demands. In: Hancock PA, Desmond PA, eds. *Stress Workload, and Fatigue*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum; 2004:209–304.
26. Wauben LS, Dekker-van Doorn CM, van Wijngaarden JD, Goossens RH, Huijsman R, Klein J, Lange JF. Discrepant perceptions of communication, teamwork and situation awareness among surgical team members. *Int J Qual Health Care*. 2011;23:159–166.
27. Mills P, Neily J, Dunn E. Teamwork and communication in surgical teams: implications for patient safety. *J Am Coll Surg*. 2008;206:107–112.
28. Makary MA, Sexton JB, Freischlag JA, Holzmueller CG, Millman EA, Rowen L, Pronovost PJ. Operating room teamwork among physicians and nurses: teamwork in the eye of the beholder. *J Am Coll Surg*. 2006;202:746–752.
29. Undre S, Sevdalis N, Healey AN, Darzi A, Vincent CA. Observational Teamwork Assessment for Surgery (OTAS): refinement and application in urological surgery. *World J Surg*. 2007;31:1373–1381.
30. The Joint Commission. *Sentinel Event Data: Root Causes by Event Type*. 2011. http://www.jointcommission.org/Sentinel_Event_Statistics/. Accessed May 5, 2013.
31. Healey AN, Undre S, Sevdalis N, Koutantji M, Vincent CA. The complexity of measuring interprofessional teamwork in the operating theatre. *J Interprof Care*. 2006;20:485–495.
32. Carthey J. The role of structured observational research in health care. *Qual Saf Health Care*. 2003;12(suppl 2):ii13–ii16.
33. Sharma B, Mishra A, Aggarwal R, Grantcharov TP. Non-technical skills assessment in surgery. *Surg Oncol*. 2011;20:169–177.
34. Schraagen JM, Schouten T, Smit M, Haas F, van der Beek D, van de Ven J, Barach P. Assessing and improving teamwork in cardiac surgery. *Qual Saf Health Care*. 2010;19:e29.
35. Moorthy K, Munz Y, Adams S, Pandey V, Darzi A; Imperial College–St. Mary’s Hospital Simulation Group. Self-assessment of performance among surgical trainees during simulated procedures in a simulated operating theater. *Am J Surg*. 2006;192:114–118.
36. Arora S, Miskovic D, Hull L, Moorthy K, Aggarwal R, Johannsson H, Gautama S, Kneebone R, Sevdalis N. Self vs expert assessment of technical and non-technical skills in high fidelity simulation. *Am J Surg*. 2011;202:500–506.
37. Sevdalis N, Forrest D, Undre S, Darzi A, Vincent C. Annoyances, disruptions, and interruptions in surgery: the Disruptions in Surgery Index (DiSI). *World J Surg*. 2008;32:1643–1650.
38. Black SA, Nestel DF, Kneebone RL, Wolfe JH. Assessment of surgical competence at carotid endarterectomy under local anaesthesia in a simulated operating theatre. *Br J Surg*. 2010;97:511–516.
39. Healey AN, Undre S, Vincent CA. Developing observational measures of performance in surgical teams. *Qual Saf Health Care*. 2004;13(suppl 1):i33–i40.
40. Hull L, Arora S, Kassab E, Kneebone R, Sevdalis N. Observational teamwork assessment for surgery: content validation and tool refinement. *J Am Coll Surg*. 2011;212:234–243.e1.
41. Sevdalis N, Lyons M, Healey AN, Undre S, Darzi A, Vincent CA. Observational teamwork assessment for surgery: construct validation with expert versus novice raters. *Ann Surg*. 2009;249:1047–1051.
42. Undre S, Healey AN, Darzi A, Vincent CA. Observational assessment of surgical teamwork: a feasibility study. *World J Surg*. 2006;30:1774–1783.
43. Wetzel CM, Black SA, Hanna GB, Athanasiou T, Kneebone RL, Nestel D, Wolfe JH, Woloshynowych M. The effects of stress and coping on surgical performance during simulations. *Ann Surg*. 2010;251:171–176.
44. Hull L, Arora S, Kassab E, Kneebone R, Sevdalis N. Assessment of stress and teamwork in the operating room: an exploratory study. *Am J Surg*. 2011;201:24–30.
45. Catchpole KR, Dale TJ, Hirst DG, Smith JP, Giddings TA. A multicenter trial of aviation-style training for surgical teams. *J Patient Saf*. 2010;6:180–186.
46. McCulloch P, Mishra A, Handa A, Dale T, Hirst G, Catchpole K. The effects of aviation-style non-technical skills training on technical performance and outcome in the operating theatre. *Qual Saf Health Care*. 2009;18:109–115.
47. Mishra A, Catchpole K, McCulloch P. The Oxford NOTECHS System: reliability and validity of a tool for measuring teamwork behaviour in the operating theatre. *Qual Saf Health Care*. 2009;18:104–108.
48. Sevdalis N, Davis R, Koutantji M, Undre S, Darzi A, Vincent CA. Reliability of a revised NOTECHS scale for use in surgical teams. *Am J Surg*. 2008;196:184–190.
49. Okuyama A, Martowirono K, Bijnen B. Assessing the patient safety competencies of healthcare professionals: a systematic review. *BMJ Qual Saf*. 2011;20:991–1000.
50. Yule S, Flin R, Maran N, Rowley D, Youngson G, Paterson-Brown S. Surgeons’ non-technical skills in the operating room: reliability testing of the NOTSS behavior rating system. *World J Surg*. 2008;32:548–556.
51. Yule S, Flin R, Paterson-Brown S, Maran N. Non-technical skills for surgeons in the operating room: a review of the literature. *Surgery*. 2006;139:140–149.
52. Yule S, Rowley D, Flin R, Maran N, Youngson G, Duncan J, Paterson-Brown S. Experience matters: comparing novice and expert ratings of non-technical skills using the NOTSS system. *ANZ J Surg*. 2009;79:154–160.
53. Fletcher G, Flin R, McGeorge P, Glavin R, Maran N, Patey R. Anaesthetists’ Non-Technical Skills (ANTS): evaluation of a behavioural marker system. *Br J Anaesth*. 2003;90:580–588.
54. Patey R, Flin R, Fletcher G, Maran N, Glavin R. Developing a taxonomy of anaesthetists’ nontechnical skills (ANTS). In: Henriksen K, Battles JB, Marks ES, Lewin DI, eds. *Advances in Patient Safety: From Research to Implementation (Volume 4: Programs, Tools, and Products)*. Rockville, MD: Agency for Healthcare Research and Quality; 2005.

- 54a. Mitchell L, Flin R, Yule S, Mitchell J, Coutts K, Youngson G. Evaluation of the scrub practitioners' list of non-technical skills system. *Int J Nurs Stud*. 2012;49:201–211.
- 54b. Mitchell L, Flin R, Yule S, Mitchell J, Coutts K, Youngson G. Development of a behavioural marker system for scrub practitioners' non-technical skills (SPLINTS system). *J Eval Clin Pract*. 2013;19:317–323.
55. Henrickson Parker S, Yule S, Flin R, McKinley A. Towards a model of surgeons' leadership in the operating room. *BMJ Qual Saf*. 2011;20:570–579.
56. Hull L, Arora S, Aggarwal R, Darzi A, Vincent C, Sevdalis N. The impact of nontechnical skills on technical performance in surgery: a systematic review. *J Am Coll Surg*. 2012;214:214–230.
57. Parker SE, Laviana AA, Wadhwa RK, Wiegmann DA, Sundt TM 3rd. Development and evaluation of an observational tool for assessing surgical flow disruptions and their impact on surgical performance. *World J Surg*. 2010;34:353–361.
58. Barach P, Johnson JK, Ahmad A, Galvan C, Bognar A, Duncan R, Starr JP, Bacha EA. A prospective observational study of human factors, adverse events, and patient outcomes in surgery for pediatric cardiac disease. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2008;136:1422–1428.
59. Davenport DL, Henderson WG, Mosca CL, Khuri SF, Mentzer RM Jr. Risk-adjusted morbidity in teaching hospitals correlates with reported levels of communication and collaboration on surgical teams but not with scale measures of teamwork climate, safety climate, or working conditions. *J Am Coll Surg*. 2007;205:778–784.
60. Brown ML, Parker SE, Quiñonez LG, Li Z, Sundt TM. Can the impact of change of surgical teams in cardiovascular surgery be measured by operative mortality or morbidity? A propensity adjusted cohort comparison. *Ann Surg*. 2011;253:385–392.
61. Carthey J, de Leval MR, Wright DJ, Farewell VT, Reason JT. Behavioural markers of surgical excellence. *Safety Sci*. 2003;41:409–425.
62. Arora S, Hull L, Sevdalis N, Tierney T, Nestel D, Woloshynowych M, Darzi A, Kneebone R. Factors compromising safety in surgery: stressful events in the operating room. *Am J Surg*. 2010;199:60–65.
63. Neily J, Mills PD, Young-Xu Y, Carney BT, West P, Berger DH, Mazzia LM, Paull DE, Bagian JP. Association between implementation of a medical team training program and surgical mortality. *JAMA*. 2010;304:1693–1700.
64. Sexton JB, Thomas EJ, Helmreich RL. Error, stress, and teamwork in medicine and aviation: cross sectional surveys. *BMJ*. 2000;320:745–749.
65. Gore DC, Powell JM, Baer JG, Sexton KH, Richardson CJ, Marshall DR, Chinkes DL, Townsend CM Jr. Crew resource management improved perception of patient safety in the operating room. *Am J Med Qual*. 2010;25:60–63.
66. Makary MA, Mukherjee A, Sexton JB, Syin D, Goodrich E, Hartmann E, Rowen L, Behrens DC, Marohn M, Pronovost PJ. Operating room briefings and wrong-site surgery. *J Am Coll Surg*. 2007;204:236–243.
67. Makary MA, Holzmueller CG, Thompson D, Rowen L, Heitmiller ES, Maley WR, Black JH, Stegner K, Freischlag JA, Ulatowski JA, Pronovost PJ. Operating room briefings: working on the same page. *Jt Comm J Qual Patient Saf*. 2006;32:351–355.
68. Nundy S, Mukherjee A, Sexton JB, Pronovost PJ, Knight A, Rowen LC, Duncan M, Syin D, Makary MA. Impact of preoperative briefings on operating room delays: a preliminary report. *Arch Surg*. 2008;143:1068–1072.
69. Nurok M, Evans LA, Lipsitz S, Satwicz P, Kelly A, Frankel A. The relationship of the emotional climate of work and threat to patient outcome in a high-volume thoracic surgery operating room team. *BMJ Qual Saf*. 2011;20:237–242.
70. Nurok M, Sundt TM 3rd, Frankel A. Teamwork and communication in the operating room: relationship to discrete outcomes and research challenges. *Anesthesiol Clin*. 2011;29:1–11.
71. Salas E, Wilson KA, Murphy CE, King H, Salisbury M. Communicating, coordinating, and cooperating when lives depend on it: tips for teamwork. *Jt Comm J Qual Patient Saf*. 2008;34:333–341.
72. Lingard L, Espin S, Whyte S, Regehr G, Baker GR, Reznick R, Bohnen J, Orser B, Doran D, Grober E. Communication failures in the operating room: an observational classification of recurrent types and effects. *Qual Saf Health Care*. 2004;13:330–334.
73. Sims DE, Salas E. When teams fail in organizations: what creates teamwork breakdowns? In: Langan-Fox J, Cooper CL, Klimoski RJ, eds. *Research Companion to the Dysfunctional Workplace: Management Challenges and Symptoms*. Cheltenham, United Kingdom: Edward Elgar Publishing Ltd; 2007:302–317.
74. Halverson AL, Casey JT, Andersson J, Anderson K, Park C, Rademaker AW, Moorman D. Communication failure in the operating room. *Surgery*. 2011;149:305–310.
75. Christian CK, Gustafson ML, Roth EM, Sheridan TB, Gandhi TK, Dwyer K, Zinner MJ, Dierks MM. A prospective study of patient safety in the operating room. *Surgery*. 2006;139:159–173.
76. Proctor ML, Pastore J, Gerstle JT, Langer JC. Incidence of medical error and adverse outcomes on a pediatric general surgery service. *J Pediatr Surg*. 2003;38:1361–1365.
77. Joy BF, Elliott E, Hardy C, Sullivan C, Backer CL, Kane JM. Standardized multidisciplinary protocol improves handover of cardiac surgery patients to the intensive care unit. *Pediatr Crit Care Med*. 2011;12:304–308.
78. Greenberg CC, Regenbogen SE, Studdert DM, Lipsitz SR, Rogers SO, Zinner MJ, Gawande AA. Patterns of communication breakdowns resulting in injury to surgical patients. *J Am Coll Surg*. 2007;204:533–540.
79. Healey MA, Shackford SR, Osler TM, Rogers FB, Burns E. Complications in surgical patients. *Arch Surg*. 2002;137:611–617.
80. Fleming M, Smith S, Slaunwhite J, Sullivan J. Investigating interpersonal competencies of cardiac surgery teams. *Can J Surg*. 2006;49:22–30.
81. Edmondson AC. Speaking up in the operating room: how team leaders promote learning in interdisciplinary action teams. *J Manage Stud*. 2003;40:1419–1452.
82. Salas E, Rosen MA, Burke CS, Nicholson D, Howse WR. Markers for enhancing team cognition in complex environments: the power of team performance diagnosis. *Aviat Space Environ Med*. 2007;78(suppl):B77–B85.
83. Oser RL, Prince C, Morgan BB Jr. Differences in aircrew communication content as a function of flight requirement: implications for operational aircrew training. *Poster presented at: 34th Annual Meeting of the Human Factors and Ergonomics Society; October 1990; Orlando, FL*.
84. Orasanu JM. *Shared Mental Models and Crew Decision Making: Presented at the 12th Annual Conference of the Cognitive Science Society, MIT, Cambridge, MA, July 24, 1990*. Princeton, NJ: Princeton University; 1990.
85. Mesmer-Magnus JR, Dechurch LA. Information sharing and team performance: a meta-analysis. *J Appl Psychol*. 2009;94:535–546.
86. Holleman G, Poot E, Mintjes-de Groot J, van Achterberg T. The relevance of team characteristics and team directed strategies in the implementation of nursing innovations: a literature review. *Int J Nurs Stud*. 2009;46:1256–1264.
87. Nijhuis BJ, Reinders-Messelink HA, de Blécourt AC, Olijve WG, Groothoff JW, Nakken H, Postema K. A review of salient elements defining team collaboration in paediatric rehabilitation. *Clin Rehabil*. 2007;21:195–211.
88. Dickinson TL, McIntyre RM. A conceptual framework for teamwork measurement. In: Brannick MT, Salas E, Prince CW, eds. *Team Performance Assessment and Measurement: Theory, Methods, and Applications*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates; 1997.
89. Wiener EL, Kanki BG, Helmreich RL. *Cockpit Resource Management*. San Diego, CA: Academic Press; 1993.
90. Katz-Navon TY, Erez M. When collective- and self-efficacy affect team performance. *Small Group Res*. 2005;36:437–465.
91. Zaccaro SJ, Blair V, Peterson C, Zazanis M. Collective efficacy. In: Maddux JE, ed. *Self-efficacy, Adaptation, and Adjustment: Theory, Research, and Application*. New York, NY: Plenum Press; 1995:305–328.
92. Eby LT, Dobbins GH. Collectivistic orientation in teams: an individual and group-level analysis. *J Organ Behav*. 1997;18:275–295.
93. Jackson CL, Colquitt JA, Wesson MJ, Zapata-Phelan CP. Psychological collectivism: a measurement validation and linkage to group member performance. *J Appl Psychol*. 2006;91:884–899.
94. Beal DJ, Cohen RR, Burke MJ, McLendon CL. Cohesion and performance in groups: a meta-analytic clarification of construct relations. *J Appl Psychol*. 2003;88:989–1004.
95. Gully SM, Devine DJ, Whitney DJ. A meta-analysis of cohesion and performance: effects of levels of analysis and task interdependence. *Small Group Res*. 1995;26:497–520.
96. Bandow D. Time to create sound teamwork. *J Qual Participation*. 2001;24:41–47.
97. Salas E, Sims DE, Burke CS. Is there a “big five” in teamwork? *Small Group Res*. 2005;36:555–599.
98. Edmondson A. Psychological safety and learning behavior in work teams. *Adm Sci Q*. 1999;44:350–383.
99. Mathieu JE, Gilson LL, Ruddy TM. Empowerment and team effectiveness: an empirical test of an integrated model. *J Appl Psychol*. 2006;91:97–108.

100. Katz-Navon TY, Naveh E, Stern Z. Safety climate in health care organizations: a multidimensional approach. *Acad Manage J.* 2005;48:1075–1089.
101. Zohar D. A group-level model of safety climate: testing the effect of group climate on microaccidents in manufacturing jobs. *J Appl Psychol.* 2000;85:587–596.
102. Knight D, Durham CC, Locke EA. The relationship of team goals, incentives, and efficacy to strategic risk, tactical implementation, and performance. *Acad Manage J.* 2001;44:326–338.
103. Lester SW, Meglino BM, Korsgaard MA. The antecedents and consequences of group potency: a longitudinal investigation of newly formed work groups. *Acad Manage J.* 2002;45:352–368.
104. Colquitt JA, Scott BA, LePine JA. Trust, trustworthiness, and trust propensity: a meta-analytic test of their unique relationships with risk taking and job performance. *J Appl Psychol.* 2007;92:909–927.
105. Costa AC. Work team trust and effectiveness. *Pers Rev.* 2003;32:605–622.
106. Dirks KT, Ferrin DL. Trust in leadership: meta-analytic findings and implications for research and practice. *J Appl Psychol.* 2002;87:611–628.
107. Kanawattanachai P, Yoo Y. Dynamic nature of trust in virtual teams. *J Strateg Inf Syst.* 2002;11:187–213.
108. Kirkman BL, Rosen B, Tesluk PE, Gibson CB. Enhancing the transfer of computer-assisted training proficiency in geographically distributed teams. *J Appl Psychol.* 2006;91:706–716.
109. Langfred CW. Too much of a good thing? Negative effects of high trust and individual autonomy in self-managing teams. *Acad Manage J.* 2004;47:385–399.
110. Webber SS. Development of cognitive and affective trust in teams: a longitudinal study. *Small Group Res.* 2008;39:746–769.
111. Langfred CW. The downside of self-management: a longitudinal study of the effects of conflict on trust, autonomy, and task interdependence in self-managing teams. *Acad Manage J.* 2007;50:885–900.
112. Rousseau V, Aube C, Savoie A. Teamwork behaviors: a review and an integration of frameworks. *Small Group Res.* 2006;37:540–570.
113. Marks MA, Mathieu JE, Zaccaro SJ. A temporally based framework and taxonomy of team processes. *Acad Manage Rev.* 2001;26:356–376.
114. Cannon-Bowers JA, Salas E, Converse SA. Cognitive psychology and team training: training shared mental models of complex systems. *Hum Factors Soc Bull.* 1991;33:1–4.
115. Entin EE, Serfaty D. Adaptive team coordination. *Hum Factors.* 1999;41:312–325.
116. Orasanu J, Salas E. Team decision making in complex environments. In: Klein G, Orasanu J, Calderwood R, Zsombok CE, eds. *Decision Making in Action: Models and Methods.* Norwood, NJ: Ablex; 1993:327–345.
117. Salas E, Rosen MA, Burke CS, Goodwin GF. The wisdom of collectives in organizations: an update of the teamwork competencies. In: Salas E, Goodwin GF, Burke CS, eds. *Team Effectiveness in Complex Organizations: Cross-disciplinary Perspectives and Approaches.* New York, NY: Psychology Press; 2009:39–79.
118. Deleted in press.
119. Deleted in press.
120. McIntyre RM, Morgan BBJ, Salas E, Glickman AS. Teamwork from team training: new evidence for the development of teamwork skills during operational training. Paper presented at: 10th Annual Interservice/Industry Training Systems Conference; November 1988; Orlando, FL.
121. Morris NM, Rouse WB, Zee TA. *Adaptive Aiding for Human-Computer Control: An Enhanced Task Environment for the Study of Human Problem Solving in Complex Situations.* Norcross, GA: Search Technology; 1987.
122. Schaafstal AM, Johnston JH, Oser RL. Training teams for emergency management. *Comput Hum Behav.* 2001;17:615–626.
123. Weingart LR. Impact of group goals, task component complexity, effort, and planning on group performance. *J Appl Psychol.* 1992;77:682–693.
124. Klimoski R, Mohammed S. Team mental model: construct or metaphor? *J Manage.* 1994;20:403–437.
125. Lewis K. Knowledge and performance in knowledge-worker teams: a longitudinal study of transactive memory systems. *Manage Sci.* 2004;50:1519–1533.
126. Cannon-Bowers JA, Salas E. Team performance and training in complex environments: recent findings from applied research. *Curr Dir Psychol Sci.* 1998;7:83–87.
127. Burke CS, Lum H, Scielzo S, Smith-Jentsch K, Salas E. Examining measures of team cognition in virtual teams. In: Schmorrow D, Cohn J, Nicholson D, eds. *PSI Handbook of Virtual Environments for Training and Education: Developments for the Military and Beyond.* Westport, CT: Greenwood Publishing Group; 2009.
128. Cooke NJ, Gorman JC, Duran JL, Taylor AR. Team cognition in experienced command-and-control teams. *J Exp Psychol Appl.* 2007;13:146–157.
129. Mathieu JE, Heffner TS, Goodwin GF, Salas E, Cannon-Bowers JA. The influence of shared mental models on team process and performance. *J Appl Psychol.* 2000;85:273–283.
130. Ensley MD, Pearce CL. Shared cognition in top management teams: implications for new venture performance. *J Organ Behav.* 2001;22:145–160.
131. Gurtner A, Tschan F, Semmer NK, Nagele C. Getting groups to develop good strategies: effects of reflexivity interventions on team process, team performance and shared mental models. *Organ Behav Hum Decis Processes.* 2007;102:127–142.
132. Mathieu JE, Maynard MT, Rapp T, Gilson LL. Team effectiveness 1997–2007: a review of recent advancements and a glimpse into the future. *J Manage.* 2008;34:410–476.
133. Cooke NJ, Salas E, Kiekel PA, Bell B. Advances in measuring team cognition. In: Salas EF, Fior SM, eds. *Understanding the Factors That Drive Process and Performance.* Washington, DC: American Psychological Association; 2004:83–106.
134. Fiore S, Salas E, Cannon-Bowers JA. Group dynamics and shared mental model development. In: London M, ed. *How People Evaluate Others in Organizations.* Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates; 2001:309–336.
135. Hollingshead AB. Cognitive interdependence and convergent expectations in transactive memory. *J Pers Soc Psychol.* 2001;81:1080–1089.
136. Lewis K. Measuring transactive memory systems in the field: scale development and validation. *J Appl Psychol.* 2003;88:587–604.
137. Osman ME, Hannafin MJ. Metacognition research and theory: analysis and implications for instructional design. *Educ Technol Res Dev.* 1992;40:83–99.
138. Sternberg RJ. Metacognition, abilities, and developing expertise: what makes an expert student? *Instr Sci.* 1998;26:127–140.
139. Zaccaro SJ, Gilbert JA, Thor KK, Mumford MD. Leadership and social intelligence: linking social perspective and behavioral flexibility to leader effectiveness. *Leadership Q.* 1991;2:317–342.
140. De Dreu CK. Cooperative outcome interdependence, task reflexivity, and team effectiveness: a motivated information processing perspective. *J Appl Psychol.* 2007;92:628–638.
141. Cannon-Bowers JA, Salas E, Blickensderfer E, Bowers CA. The impact of cross-training and workload on team functioning: a replication and extension of initial findings. *Hum Factors.* 1998;40:92–101.
142. Salas E, DiazGranados D, Klein C, Burke CS, Stagl KC, Goodwin GF, Halpin SM. Does team training improve team performance? A meta-analysis. *Hum Factors.* 2008;50:903–933.
143. Salas E, Prince C, Baker DP, Shrestha L. Situation awareness in team performance: implications for measurement and training. *Hum Factors.* 1995;37:123–136.
144. Jehn KA, Bendersky C. Intragroup conflict in organizations: a contingency perspective on the conflict-outcome relationship. In: Staw BM, Kramer RM, eds. *Research in Organizational Behavior: An Annual Series of Analytical Essays and Critical Reviews* Kidlington, United Kingdom: Elsevier; 2003.
145. Greer L, Jehn KA. The pivotal role of negative affect in understanding the effects of process conflict on group performance. In: Mannix EA, Neale MA, Anderson CA, eds. *Research on Managing Groups and Teams.* Bingley, United Kingdom: Emerald Group; 2007:21–43.
146. Jehn KA. Enhancing effectiveness: an investigation of advantages and disadvantages of value-based intragroup conflict. *Int J Conflict Manage.* 1994;5:223–238.
147. Breen CM, Abernethy AP, Abbott KH, Tulskey JA. Conflict associated with decisions to limit life-sustaining treatment in intensive care units. *J Gen Intern Med.* 2001;16:283–289.
148. Burns JP, Mello MM, Studdert DM, Puopolo AL, Truog RD, Brennan TA. Results of a clinical trial on care improvement for the critically ill. *Crit Care Med.* 2003;31:2107–2117.
149. Gladstein DL. Groups in context: a model of task group effectiveness. *Adm Sci Q.* 1984;29:499–517.
150. Saavedra R, Earley PC, Van Dyne L. Complex interdependence in task-performing groups. *J Appl Psychol.* 1993;78:61–72.
151. De Dreu CK, Weingart LR. Task versus relationship conflict, team performance, and team member satisfaction: a meta-analysis. *J Appl Psychol.* 2003;88:741–749.
152. De Wit FR, Greer L. The black-box deciphered: a meta-analysis of team diversity, conflict, and team performance. *Acad Manage Proc.* 2008;1:1–6.
153. Jehn KA. A multimethod examination of the benefits and detriments of intragroup conflict. *Adm Sci Q.* 1995;40:256–282.

154. Katz JD. Conflict and its resolution in the operating room. *J Clin Anesth.* 2007;19:152–158.
155. Coe R, Gould D. Disagreement and aggression in the operating theatre. *J Adv Nurs.* 2008;61:609–618.
156. Bognár A, Barach P, Johnson JK, Duncan RC, Birnbach D, Woods D, Holl JL, Bacha EA. Errors and the burden of errors: attitudes, perceptions, and the culture of safety in pediatric cardiac surgical teams. *Ann Thorac Surg.* 2008;85:1374–1381.
157. Rogers D, Lingard L, Boehler ML, Espin S, Klingensmith M, Mellinger JD, Schindler N. Teaching operating room conflict management to surgeons: clarifying the optimal approach. *Med Educ.* 2011;45:939–945.
158. Sexton JB, Makary MA, Tersigni AR, Pryor D, Hendrich A, Thomas EJ, Holzmueller CG, Knight AP, Wu Y, Pronovost PJ. Teamwork in the operating room: frontline perspectives among hospitals and operating room personnel. *Anesthesiology.* 2006;105:877–884.
159. Thomas EJ, Sexton JB, Helmreich RL. Discrepant attitudes about teamwork among critical care nurses and physicians. *Crit Care Med.* 2003;31:956–959.
160. Lingard L, Garwood S, Poenaru D. Tensions influencing operating room team function: does institutional context make a difference? *Med Educ.* 2004;38:691–699.
161. Lingard L, Regehr G, Espin S, Devito I, Whyte S, Buller D, Sadovy B, Rogers D, Reznick R. Perceptions of operating room tension across professions: building generalizable evidence and educational resources. *Acad Med.* 2005;80(suppl):S75–S79.
162. Lee BT, Tobias AM, Yueh JH, Bar-Meir ED, Darrah LM, Guglielmi CL, Wood ER, Carr JM, Moorman DW. Design and impact of an intraoperative pathway: a new operating room model for team-based practice. *J Am Coll Surg.* 2008;207:865–873.
163. Pian-Smith MC, Simon R, Minehart RD, Podraza M, Rudolph J, Walzer T, Raemer D. Teaching residents the two-challenge rule: a simulation-based approach to improve education and patient safety. *Simul Healthc.* 2009;4:84–91.
164. Armour Forse R, Bramble JD, McQuillan R. Team training can improve operating room performance. *Surgery.* 2011;150:771–778.
165. Hackman JR, Wageman R. A theory of team coaching. *Acad Manage Rev.* 2005;30:269–287.
166. Couto D, Kauffman C. What can coaches do for you? *Harvard Bus Rev.* 2009;87:91–97.
167. Seibert SE, Wang G, Courtright SH. Antecedents and consequences of psychological and team empowerment in organizations: a meta-analytic review. *J Appl Psychol.* 2011;96:981–1003.
168. Victor L, Persoon J. Implementation of kangaroo care: a parent-health care team approach to practice change. *Crit Care Nurs Clin North Am.* 1994;6:891–895.
169. LePine JA, Piccolo RF, Jackson CL, Mathieu JE, Saul JR. A meta-analysis of teamwork processes: tests of a multidimensional model and relationships with team effectiveness criteria. *Pers Psychol.* 2008;61:273–307.
170. Buljac-Samardzic M, Dekker-van Doorn CM, van Wijngaarden JD, van Wijk KP. Interventions to improve team effectiveness: a systematic review. *Health Policy.* 2010;94:183–195.
171. Haynes AB, Weiser TG, Berry WR, Lipsitz SR, Breizat AH, Dellinger EP, Herbosa T, Joseph S, Kibatala PL, Lapitan MC, Merry AF, Moorthy K, Reznick RK, Taylor B, Gawande AA; Safe Surgery Saves Lives Study Group. A surgical safety checklist to reduce morbidity and mortality in a global population. *N Engl J Med.* 2009;360:491–499.
172. Weiser TG, Haynes AB, Dziekan G, Berry WR, Lipsitz SR, Gawande AA; Safe Surgery Saves Lives Investigators and Study Group. Effect of a 19-item surgical safety checklist during urgent operations in a global patient population. *Ann Surg.* 2010;251:976–980.
173. Trummer UF, Mueller UO, Nowak P, Stidl T, Pelikan JM. Does physician-patient communication that aims at empowering patients improve clinical outcome? A case study. *Patient Educ Couns.* 2006;61:299–306.
174. Weaver SJ, Rosen MA, DiazGranados D, Lazzara EH, Lyons R, Salas E, Knych SA, McKeever M, Adler L, Barker M, King HB. Does teamwork improve performance in the operating room? A multilevel evaluation. *Jt Comm J Qual Patient Saf.* 2010;36:133–142.
175. Aston J, Shi E, Bullôt H, Galway R, Crisp J. Qualitative evaluation of regular morning meetings aimed at improving interdisciplinary communication and patient outcomes. *Int J Nurs Pract.* 2005;11:206–213.
176. Pappaspyros SC, Javangula KC, Adluri RK, O'Regan DJ. Briefing and debriefing in the cardiac operating room: analysis of impact on theatre team attitude and patient safety. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2010;10:43–47.
177. Pham JC, Aswani MS, Rosen M, Lee H, Huddle M, Weeks K, Pronovost PJ. Reducing medical errors and adverse events. *Annu Rev Med.* 2012;63:447–463.
178. Whyte S, Cartmill C, Gardezi F, Reznick R, Orser BA, Doran D, Lingard L. Uptake of a team briefing in the operating theatre: a Burkean dramatic analysis. *Soc Sci Med.* 2009;69:1757–1766.
179. Allard J, Bleakley A, Hobbs A, Vinnell T. “Who’s on the team today?” The status of briefing amongst operating theatre practitioners in one UK hospital. *J Interprof Care.* 2007;21:189–206.
180. Arora S, Sevdalis N, Nestel D, Woloshynowych M, Darzi A, Kneebone R. The impact of stress on surgical performance: a systematic review of the literature. *Surgery.* 2010;147:318–330, 330.e1–e6.
181. Mawji Z, Stillman P, Laskowski R, Lawrence S, Karoly E, Capuano TA, Sussman E. First do no harm: integrating patient safety and quality improvement. *Jt Comm J Qual Improv.* 2002;28:373–386.
182. de Vries EN, Hollmann MW, Smorenburg SM, Gouma DJ, Boormeester MA. Development and validation of the SURgical Patient Safety System (SURPASS) checklist. *Qual Saf Health Care.* 2009;18:121–126.
183. de Vries EN, Prins HA, Crolla RM, den Outer AJ, van An del G, van Helden SH, Schlack WS, van Putten MA, Gouma DJ, Dijkgraaf MG, Smorenburg SM, Boormeester MA; SURPASS Collaborative Group. Effect of a comprehensive surgical safety system on patient outcomes. *N Engl J Med.* 2010;363:1928–1937.
184. Lingard L, Regehr G, Orser B, Reznick R, Baker GR, Doran D, Espin S, Bohnen J, Whyte S. Evaluation of a preoperative checklist and team briefing among surgeons, nurses, and anesthesiologists to reduce failures in communication. *Arch Surg.* 2008;143:12–17.
185. Manser T. Teamwork and patient safety in dynamic domains of healthcare: a review of the literature. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2009;53:143–151.
186. Perrow C. *Normal Accidents: Living With High-Risk Technologies.* Princeton, NJ: Princeton University Press; 1999.
187. Duncan JR, Henderson K, Street M, Richmond A, Klingensmith M, Beta E, Vannucci A, Murray D. Creating and evaluating a data-driven curriculum for central venous catheter placement. *J Grad Med Educ.* 2010;2:389–397.
188. Vannucci A, Jeffcoat A, Ifune C, Salinas C, Duncan JR, Wall M. Retained guidewires after intraoperative placement of central venous catheters. *Anesth Analg.* 2013;117:102–108.
189. Gillespie BM, Chaboyer W, Murray P. Enhancing communication in surgery through team training interventions: a systematic literature review. *AORN J.* 2010;92:642–657.
190. Morey JC, Simon R, Jay GD, Wears RL, Salisbury M, Dukes KA, Berns SD. Error reduction and performance improvement in the emergency department through formal teamwork training: evaluation results of the MedTeams project. *Health Serv Res.* 2002;37:1553–1581.
191. Halverson AL, Andersson JL, Anderson K, Lombardo J, Park CS, Rademaker AW, Moorman DW. Surgical team training: the Northwestern Memorial Hospital experience. *Arch Surg.* 2009;144:107–112.
192. Awad SS, Fagan SP, Bellows C, Albo D, Green-Rashad B, De la Garza M, Berger DH. Bridging the communication gap in the operating room with medical team training. *Am J Surg.* 2005;190:770–774.
193. Dunn EJ, Mills PD, Neily J, Crittenden MD, Carmack AL, Bagian JP. Medical team training: applying crew resource management in the Veterans Health Administration. *Jt Comm J Qual Patient Saf.* 2007;33:317–325.
194. Neily J, Mills PD, Eldridge N, Carney BT, Pfeffer D, Turner JR, Young-Xu Y, Gunnar W, Bagian JP. Incorrect surgical procedures within and outside of the operating room: a follow-up report. *Arch Surg.* 2011;146:1235–1239.
195. Paull DE, Mazzia LM, Wood SD, Theis MS, Robinson LD, Carney B, Neily J, Mills PD, Bagian JP. Briefing guide study: preoperative briefing and postoperative debriefing checklists in the Veterans Health Administration medical team training program. *Am J Surg.* 2010;200:620–623.
196. King HB, Battles J, Baker DP, Alonso A, Salas E, Webster JL, Toomey L, Salisbury M. TeamSTEPPS: team strategies and tools to enhance performance and patient safety. In: Henriksen K, Battles JB, Keyes MA, Grady ML, eds. *Advances in Patient Safety: New Directions and Alternative Approaches. (Vol 3: Performance and Tools).* Rockville, MD; Agency for Healthcare Quality and Research; 2008.
197. Nurok M, Lipsitz S, Satwicz P, Kelly A, Frankel A. A novel method for reproducibly measuring the effects of interventions to improve emotional climate, indices of team skills and communication, and threat to

- patient outcome in a high-volume thoracic surgery center. *Arch Surg.* 2010;145:489–495.
198. France DJ, Leming-Lee S, Jackson T, Feistritz NR, Higgins MS. An observational analysis of surgical team compliance with perioperative safety practices after crew resource management training. *Am J Surg.* 2008;195:546–553.
 199. Robinson LD, Paull DE, Mazzia LM, Falzetta L, Hay J, Neily J, Mills PD, Carney B, Bagian JP. The role of the operating room nurse manager in the successful implementation of preoperative briefings and postoperative debriefings in the VHA Medical Team Training Program. *J Perianesth Nurs.* 2010;25:302–306.
 200. Clarke JR, Johnston J, Blanco M, Martindell DP. Wrong-site surgery: can we prevent it? *Adv Surg.* 2008;42:13–31.
 201. Winters BD, Gurses AP, Lehmann H, Sexton JB, Rampersad CJ, Pronovost PJ. Clinical review: checklists: translating evidence into practice. *Crit Care.* 2009;13:210.
 202. Gawande AA. *The Checklist Manifesto: How to Get Things Right.* New York, NY: Metropolitan Books; 2010.
 203. World Alliance for Patient Safety. *WHO Surgical Safety Checklist and Implementation Manual.* Geneva, Switzerland; World Health Organization; 2008. http://www.who.int/patientsafety/safesurgery/ss_checklist/en/. Accessed February 3, 2013.
 204. van Klei WA, Hoff RG, van Aarnhem EE, Simmermacher RK, Regli LP, Kappen TH, van Wolfswinkel L, Kalkman CJ, Buhre WF, Peelen LM. Effects of the introduction of the WHO “Surgical Safety Checklist” on in-hospital mortality: a cohort study. *Ann Surg.* 2012;255:44–49.
 205. Buzink SN, van Lier L, de Hingh IH, Jakimowicz JJ. Risk-sensitive events during laparoscopic cholecystectomy: the influence of the integrated operating room and a preoperative checklist tool. *Surg Endosc.* 2010;24:1990–1995.
 206. Ziewacz JE, Arriaga AF, Bader AM, Berry WR, Edmondson L, Wong JM, Lipsitz SR, Hepner DL, Peyre S, Nelson S, Boorman DJ, Smink DS, Ashley SW, Gawande AA. Crisis checklists for the operating room: development and pilot testing [published correction appears in *J Am Coll Surg.* 2012;215:310. Dosage error in article text.]. *J Am Coll Surg.* 2011;213:212–217.e10.
 207. Arriaga AF, Bader AM, Wong JM, Lipsitz SR, Berry WR, Ziewacz JE, Hepner DL, Boorman DJ, Pozner CN, Smink DS, Gawande AA. Simulation-based trial of surgical-crisis checklists. *N Engl J Med.* 2013;368:246–253.
 208. Pronovost P, Needham D, Berenholtz S, Sinopoli D, Chu H, Cosgrove S, Sexton B, Hyzy R, Welsh R, Roth G, Bander J, Kepros J, Goeschel C. An intervention to decrease catheter-related bloodstream infections in the ICU [published correction appears in *N Engl J Med.* 2007;356:2660]. *N Engl J Med.* 2006;355:2725–2732.
 209. Berenholtz SM, Pham JC, Thompson DA, Needham DM, Lubomski LH, Hyzy RC, Welsh R, Cosgrove SE, Sexton JB, Colantuoni E, Watson SR, Goeschel CA, Pronovost PJ. Collaborative cohort study of an intervention to reduce ventilator-associated pneumonia in the intensive care unit. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2011;32:305–314.
 210. Resar R, Pronovost P, Haraden C, Simmonds T, Rainey T, Nolan T. Using a bundle approach to improve ventilator care processes and reduce ventilator-associated pneumonia. *Jt Comm J Qual Patient Saf.* 2005;31:243–248.
 211. Bosk CL, Dixon-Woods M, Goeschel CA, Pronovost PJ. Reality check for checklists. *Lancet.* 2009;374:444–445.
 212. Espin S, Lingard L, Baker GR, Regehr G. Persistence of unsafe practice in everyday work: an exploration of organizational and psychological factors constraining safety in the operating room. *Qual Saf Health Care.* 2006;15:165–170.
 213. Undre S, Sevdalis N, Healey AN, Darzi S, Vincent CA. Teamwork in the operating theatre: cohesion or confusion? *J Eval Clin Pract.* 2006;12:182–189.
 214. Dixon-Woods M, Bosk CL, Aveling EL, Goeschel CA, Pronovost PJ. Explaining Michigan: developing an ex post theory of a quality improvement program. *Milbank Q.* 2011;89:167–205.
 215. Berenholtz SM, Schumacher K, Hayanga AJ, Simon M, Goeschel C, Pronovost PJ, Shanley CJ, Welsh RJ. Implementing standardized operating room briefings and debriefings at a large regional medical center. *Jt Comm J Qual Patient Saf.* 2009;35:391–397.
 216. Johnson HL, Kimsey D. Patient safety: break the silence. *AORN J.* 2012;95:591–601.
 217. Einav Y, Gopher D, Kara I, Ben-Yosef O, Lawn M, Laufer N, Liebergall M, Donchin Y. Preoperative briefing in the operating room: shared cognition, teamwork, and patient safety. *Chest.* 2010;137:443–449.
 218. Allard J, Bleakley A, Hobbs A, Coombes L. Pre-surgery briefings and safety climate in the operating theatre. *BMJ Qual Saf.* 2011;20:711–717.
 219. de Vries EN, Eikens-Jansen MP, Hamersma AM, Smorenburg SM, Gouma DJ, Boermeester MA. Prevention of surgical malpractice claims by use of a surgical safety checklist. *Ann Surg.* 2011;253:624–628.
 220. Lingard L, Regehr G, Cartmill C, Orser B, Espin S, Bohnen J, Reznick R, Baker R, Rotstein L, Doran D. Evaluation of a preoperative team briefing: a new communication routine results in improved clinical practice. *BMJ Qual Saf.* 2011;20:475–482.
 221. Gillespie BM, Chaboyer W, Fairweather N. Interruptions and miscommunications in surgery: an observational study. *AORN J.* 2012;95:576–590.
 222. Henrickson SE, Wadhwa RK, Elbardissi AW, Wiegmann DA, Sundt TM 3rd. Development and pilot evaluation of a preoperative briefing protocol for cardiovascular surgery. *J Am Coll Surg.* 2009;208:1115–1123.
 223. Bethune R, Sasirekha G, Sahu A, Cawthorn S, Pullyblank A. Use of briefings and debriefings as a tool in improving team work, efficiency, and communication in the operating theatre. *Postgrad Med J.* 2011;87:331–334.
 224. O’Neill P. Through the eyes of the workforce: creating joy, meaning and safer health care. Lucian Leape Institute at the National Patient Safety Foundation. 2010. http://www.npsf.org/wp-content/uploads/2013/03/Through-Eyes-of-the-Workforce_online.pdf. Accessed February 3, 2013.
 225. Ali M, Osborne A, Bethune R, Pullyblank A. Preoperative surgical briefings do not delay operating room start times and are popular with surgical team members. *J Patient Saf.* 2011;7:139–143.
 226. Calland JF, Turrentine FE, Guerlain S, Bovbjerg V, Poole GR, Lebeau K, Peugh J, Adams RB. The surgical safety checklist: lessons learned during implementation. *Am Surg.* 2011;77:1131–1137.
 227. Paull DE, Mazzia LM, Izu BS, Neily J, Mills PD, Bagian JP. Predictors of successful implementation of preoperative briefings and postoperative debriefings after medical team training. *Am J Surg.* 2009;198:675–678.
 228. Salas E, Klein C, King H, Salisbury M, Augenstein JS, Birnbach DJ, Robinson DW, Upshaw C. Debriefing medical teams: 12 evidence-based best practices and tips. *Jt Comm J Qual Patient Saf.* 2008;34:518–527.
 229. Marshall DA, Manus DA. A team training program using human factors to enhance patient safety. *AORN J.* 2007;86:994–1011.
 230. McGreevy JM, Otten TD. Briefing and debriefing in the operating room using fighter pilot crew resource management. *J Am Coll Surg.* 2007;205:169–176.
 231. Gettman MT, Pereira CW, Lipsky K, Wilson T, Arnold JJ, Leibovich BC, Karnes RJ, Dong Y. Use of high fidelity operating room simulation to assess and teach communication, teamwork and laparoscopic skills: initial experience. *J Urol.* 2009;181:1289–1296.
 232. Paige JT, Kozmenko V, Yang T, Paragi Gururaja R, Hilton CW, Cohn I Jr, Chauvin SW. High-fidelity, simulation-based, interdisciplinary operating room team training at the point of care. *Surgery.* 2009;145:138–146.
 233. Stather DR, MacEachern P, Chee A, Dumoulin E, Tremblay A. Evaluation of clinical endobronchial ultrasound skills following clinical versus simulation training. *Respirology.* 2012;17:291–299.
 234. Stather DR, Maceachern P, Rimmer K, Hergott CA, Tremblay A. Assessment and learning curve evaluation of endobronchial ultrasound skills following simulation and clinical training. *Respirology.* 2011;16:698–704.
 235. Cook DA, Hatala R, Brydges R, Zendejas B, Szostek JH, Wang AT, Erwin PJ, Hamstra SJ. Technology-enhanced simulation for health professions education: a systematic review and meta-analysis. *JAMA.* 2011;306:978–988.
 236. Bersky AK, Krawczak J, Kumar TD. Computerized clinical simulation testing, a new look for the NCLEX-RN examination? *Nurse Educ.* 1998;23:20–25.
 237. Dillon GF, Boulet JR, Hawkins RE, Swanson DB. Simulations in the United States Medical Licensing Examination (USMLE). *Qual Saf Health Care.* 2004;13(suppl 1):i41–i45.
 238. Berkenstadt H, Haviv Y, Tuval A, Shemesh Y, Megrill A, Perry A, Rubin O, Ziv A. Improving handoff communications in critical care: utilizing simulation-based training toward process improvement in managing patient risk. *Chest.* 2008;134:158–162.
 239. Blum RH, Raemer DB, Carroll JS, Dufresne RL, Cooper JB. A method for measuring the effectiveness of simulation-based team training for improving communication skills. *Anesth Analg.* 2005;100:1375–1380.
 240. Manser T, Harrison TK, Gaba DM, Howard SK. Coordination patterns related to high clinical performance in a simulated anesthetic crisis. *Anesth Analg.* 2009;108:1606–1615.

241. Hamman WR, Beaubien JM, Beaudin-Seiler BM. Simulation for the training of human performance and technical skills: the intersection of how we will train health care professionals in the future. *J Grad Med Educ*. 2009;1:245–252.
242. Kaji AH, Bair A, Okuda Y, Kobayashi L, Khare R, Vozenilek J. Defining systems expertise: effective simulation at the organizational level—implications for patient safety, disaster surge capacity, and facilitating the systems interface. *Acad Emerg Med*. 2008;15:1098–1103.
243. Rosen MA, Weaver SJ, Lazzara EH, Salas E, Wu T, Silvestri S, Schiebel N, Almeida S, King HB. Tools for evaluating team performance in simulation-based training. *J Emerg Trauma Shock*. 2010;3:353–359.
244. Weaver SJ, Rosen MA, Salas E, Baum KD, King HB. Integrating the science of team training: guidelines for continuing education. *J Contin Educ Health Prof*. 2010;30:208–220.
245. Falcone RA Jr, Daugherty M, Schweer L, Patterson M, Brown RL, Garcia VF. Multidisciplinary pediatric trauma team training using high-fidelity trauma simulation. *J Pediatr Surg*. 2008;43:1065–1071.
246. Robertson B, Kaplan B, Atallah H, Higgins M, Lewitt MJ, Ander DS. The use of simulation and a modified TeamSTEPPS curriculum for medical and nursing student team training. *Simul Healthc*. 2010;5:332–337.
247. Aggarwal R, Mishra A, Crochet P, Sirimanna P, Darzi A. Effect of caffeine and taurine on simulated laparoscopy performed following sleep deprivation. *Br J Surg*. 2011;98:1666–1672.
248. Arora S, Sevdalis N, Nestel D, Tierney T, Woloshynowych M, Kneebone R. Managing intraoperative stress: what do surgeons want from a crisis training program? *Am J Surg*. 2009;197:537–543.
249. Zendejas B, Cook DA, Farley DR. Teaching first or teaching last: does the timing matter in simulation-based surgical scenarios? *J Surg Educ*. 2010;67:432–438.
250. Moorthy K, Munz Y, Adams S, Pandey V, Darzi A. A human factors analysis of technical and team skills among surgical trainees during procedural simulations in a simulated operating theatre. *Ann Surg*. 2005;242:631–639.
251. Wright MC, Phillips-Bute BG, Petrusa ER, Griffin KL, Hobbs GW, Taekman JM. Assessing teamwork in medical education and practice: relating behavioural teamwork ratings and clinical performance. *Med Teach*. 2009;31:30–38.
252. Morris RW, Pybus DA. “Orpheus” cardiopulmonary bypass simulation system. *J Extra Corpor Technol*. 2007;39:228–233.
253. Yerkes RM, Dodson JD. The relation of strength of stimulus to rapidity of habit-formation. *J Comp Neurol Psychol*. 1908;18:459–484.
254. Riley JB, O’Kane K. A computer simulation of maintaining total heart lung bypass for basic education. *J Extra Corpor Technol Proc*. 1977;5:42–49.
255. Riley JB, Winn BA, Hurdle MB. A computer simulation of cardiopulmonary bypass: version two. *J Extra Corpor Technol*. 1984;16:130–136.
256. Deleted in press.
257. Ninomiya S, Tokaji M, Tokumine A, Kurosaki T. Virtual patient simulator for the perfusion resource management drill. *J Extra Corpor Technol*. 2009;41:206–212.
258. Ginther R Jr, Fillingham R, Searles B, Darling E. Departmental use of perfusion crisis management drills: 2002 survey results. *Perfusion*. 2003;18:299–302.
259. Stevens LM, Cooper JB, Raemer DB, Schneider RC, Frankel AS, Berry WR, Agnihotri AK. Educational program in crisis management for cardiac surgery teams including high realism simulation. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2012;144:17–24.
260. Herschel RT, Nemati H, Steiger D. Tacit to explicit knowledge conversion: knowledge exchange protocols. *J Knowl Manage*. 2001;5:107–116.
261. Baker DP, Salas E, King H, Battles J, Barach P. The role of teamwork in the professional education of physicians: current status and assessment recommendations. *Jt Comm J Qual Patient Saf*. 2005;31:185–202.
262. Lingard L, Espin S, Rubin B, Whyte S, Colmenares M, Baker GR, Doran D, Grober E, Orser B, Bohnen J, Reznick R. Getting teams to talk: development and pilot implementation of a checklist to promote interprofessional communication in the OR. *Qual Saf Health Care*. 2005;14:340–346.
263. Wadhera RK, Parker SH, Burkhart HM, Greason KL, Neal JR, Levenick KM, Wiegmann DA, Sundt TM 3rd. Is the “sterile cockpit” concept applicable to cardiovascular surgery critical intervals or critical events? The impact of protocol-driven communication during cardiopulmonary bypass. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2010;139:312–319.
264. Ponton-Carss A, Hutchison C, Violato C. Assessment of communication, professionalism, and surgical skills in an objective structured performance-related examination (OSPRE): a psychometric study. *Am J Surg*. 2011;202:433–440.
265. Nagpal K, Arora S, Abboudi M, Vats A, Wong HW, Manchanda C, Vincent C, Moorthy K. Postoperative handover: problems, pitfalls, and prevention of error. *Ann Surg*. 2010;252:171–176.
266. Nagpal K, Vats A, Ahmed K, Vincent C, Moorthy K. An evaluation of information transfer through the continuum of surgical care: a feasibility study. *Ann Surg*. 2010;252:402–407.
267. Nagpal K, Vats A, Lamb B, Ashrafian H, Sevdalis N, Vincent C, Moorthy K. Information transfer and communication in surgery: a systematic review. *Ann Surg*. 2010;252:225–239.
268. Rogers SO Jr, Gawande AA, Kwaan M, Puopolo AL, Yoon C, Brennan TA, Studdert DM. Analysis of surgical errors in closed malpractice claims at 4 liability insurers. *Surgery*. 2006;140:25–33.
269. Kitch BT, Cooper JB, Zapol WM, Marder JE, Karson A, Hutter M, Campbell EG. Handoffs causing patient harm: a survey of medical and surgical house staff. *Jt Comm J Qual Patient Saf*. 2008;34:563–570.
270. The Joint Commission announces the 2006 National Patient Safety Goals and requirements. *Jt Comm Perspect*. 2005;25:1–10.
271. Groah L. Hand offs: a link to improving patient safety. *AORN J*. 2006;83:227–230.
272. Borowitz SM, Waggoner-Fountain LA, Bass EJ, Sledd RM. Adequacy of information transferred at resident sign-out (in-hospital handover of care): a prospective survey. *Qual Saf Health Care*. 2008;17:6–10.
273. Pezzolesi C, Schifano F, Pickles J, Randell W, Hussain Z, Muir H, Dhillon S. Clinical handover incident reporting in one UK general hospital. *Int J Qual Health Care*. 2010;22:396–401.
274. Manser T, Foster S. Effective handover communication: an overview of research and improvement efforts. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol*. 2011;25:181–191.
275. Chen JG, Wright MC, Smith PB, Jagers J, Mistry KP. Adaptation of a postoperative handoff communication process for children with heart disease: a quantitative study. *Am J Med Qual*. 2011;26:380–386.
276. Smith AF, Pope C, Goodwin D, Mort M. Interprofessional handover and patient safety in anaesthesia: observational study of handovers in the recovery room. *Br J Anaesth*. 2008;101:332–337.
277. Nagpal K, Abboudi M, Fischler L, Schmidt T, Vats A, Manchanda C, Sevdalis N, Scheidegger D, Vincent C, Moorthy K. Evaluation of post-operative handover using a tool to assess information transfer and teamwork. *Ann Surg*. 2011;253:831–837.
278. Catchpole KR, de Leval MR, McEwan A, Pigott N, Elliott MJ, McQuillan A, MacDonald C, Goldman AJ. Patient handover from surgery to intensive care: using Formula 1 pit-stop and aviation models to improve safety and quality. *Paediatr Anaesth*. 2007;17:470–478.
279. Zavalkoff SR, Razack SI, Lavoie J, Dancea AB. Handover after pediatric heart surgery: a simple tool improves information exchange. *Pediatr Crit Care Med*. 2011;12:309–313.
280. Craig R, Moxey L, Young D, Spenceley NS, Davidson MG. Strengthening handover communication in pediatric cardiac intensive care. *Paediatr Anaesth*. 2012;22:393–399.
281. Petrovic MA, Aboumatar H, Baumgartner WA, Ulatowski JA, Moyer J, Chang TY, Camp MS, Kowalski J, Senger CM, Martinez EA. Pilot implementation of a perioperative protocol to guide operating room-to-intensive care unit patient handoffs. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2012;26:11–16.
282. McKeown K, Jordan D, Feiner S, Shaw J, Chen E, Ahmad S, Kushniruk A, Patel V. A study of communication in the cardiac surgery intensive care unit and its implications for automated briefing. *Proc AMIA Symp*. 2000:570–574.
283. Association of periOperative Registered Nurses. Recommended practices for transfer of patient care information. In: *2012 Perioperative Standards and Recommended Practices*. Denver, CO: Association of peri-Operative Registered Nurses; 2012.
284. Nagpal K, Vats A, Ahmed K, Smith AB, Sevdalis N, Jonannsson H, Vincent C, Moorthy K. A systematic quantitative assessment of risks associated with poor communication in surgical care. *Arch Surg*. 2010;145:582–588.
285. Munro N, Taylor-Panek S. The nurse practitioner role: the communication link for cardiac surgery patients. *Crit Care Nurs Clin North Am*. 2007;19:385–394, vi.
286. Telem DA, Buch KE, Ellis S, Coakley B, Divino CM. Integration of a formalized handoff system into the surgical curriculum: resident perspectives and early results. *Arch Surg*. 2011;146:89–93.

287. Hülsken G, Rothenburger M, Etz C, Löher A, Schmid C, Scheld HH. Telematics in medicine: a network infrastructure to optimize processes in cardiology and heart surgery. *Thorac Cardiovasc Surg.* 2007; 55:264–267.
288. Emaminia A, Corcoran PC, Siegenthaler MP, Means M, Rasmussen S, Krause L, LaPar DJ, Horvath KA. The universal bed model for patient care improves outcome and lowers cost in cardiac surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2012;143:475–481.
289. *Merriam-Webster's Collegiate Dictionary.* Springfield, MA: Merriam-Webster; 2008.
290. Wong SW, Smith R, Crowe P. Optimizing the operating theatre environment. *ANZ J Surg.* 2010;80:917–924.
291. Kavic MS. Operating room design: "the devil is in the details". *JSLA.* 2001;5:297–298.
292. Martinez EA, Shore A, Colantuoni E, Herzer K, Thompson DA, Gurses AP, Marsteller JA, Bauer L, Goeschel CA, Cleary K, Pronovost PJ, Pham JC. Cardiac surgery errors: results from the UK National Reporting and Learning System. *Int J Qual Health Care.* 2011;23:151–158.
293. Essex-Lopresti M. Operating theatre design. *Lancet.* 1999;353: 1007–1010.
294. Reijnen MM, Zeebregts CJ, Meijerink WJ. Future of operating rooms. *Surg Technol Int.* 2005;14:21–27.
295. McDermott MW. Neurosurgical suite of the future. I. *Neuroimaging Clin N Am.* 2001;11:575–579.
296. Beyea SC. Distractions and interruptions in the OR: evidence for practice. *AORN J.* 2007;86:465–467.
297. Brogmus G, Leone W, Butler L, Hernandez E. Best practices in OR suite layout and equipment choices to reduce slips, trips, and falls. *AORN J.* 2007;86:384–394.
298. Cesarano FL, Piergeorge AR. The Spaghetti Syndrome: a new clinical entity. *Crit Care Med.* 1979;7:182–183.
299. Ofek E, Pizov R, Bitterman N. From a radial operating theatre to a self-contained operating table. *Anaesthesia.* 2006;61:548–552.
300. Lynch RJ, Englesbe MJ, Sturm L, Bitar A, Budhiraj K, Kolla S, Polyachenko Y, Duck MG, Campbell DA Jr. Measurement of foot traffic in the operating room: implications for infection control. *Am J Med Qual.* 2009;24:45–52.
301. Scaltriti S, Cencetti S, Rovesti S, Marchesi I, Bargellini A, Borella P. Risk factors for particulate and microbial contamination of air in operating theatres. *J Hosp Infect.* 2007;66:320–326.
302. Association of periOperative Registered Nurses. Recommended practices for traffic patterns. In: *Perioperative Standards and Recommended Practices 2012.* Denver, CO: Association of peri-Operative Registered Nurses; 2012:95–98.
303. Panahi P, Stroh M, Casper DS, Parvizi J, Austin MS. Operating room traffic is a major concern during total joint arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 2012;470:2690–2694.
304. Young RS, O'Regan DJ. Cardiac surgical theatre traffic: time for traffic calming measures? *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2010;10:526–529.
305. Ritter MA, Eitzen H, French ML, Hart JB. The operating room environment as affected by people and the surgical face mask. *Clin Orthop Relat Res.* 1975:147–150.
306. Andersson AE, Bergh I, Karlsson J, Eriksson BI, Nilsson K. Traffic flow in the operating room: an explorative and descriptive study on air quality during orthopedic trauma implant surgery. *Am J Infect Control.* 2012;40:750–755.
307. Pryor F, Messmer PR. The effect of traffic patterns in the OR on surgical site infections. *AORN J.* 1998;68:649–660.
308. Savoldelli GL, Thieblemont J, Clergue F, Waeber JL, Forster A, Garnerin P. Incidence and impact of distracting events during induction of general anaesthesia for urgent surgical cases. *Eur J Anaesthesiol.* 2010;27:683–689.
309. Wiegmann D, Suther T, Neal J, Parker SH, Sundt TM. A human factors analysis of cardiopulmonary bypass machines. *J Extra Corpor Technol.* 2009;41:57–63.
310. Dain S. Current equipment alarm sounds: friend or foe? *Can J Anaesth.* 2003;50:209–214.
311. Kracht JM, Busch-Vishniac IJ, West JE. Noise in the operating rooms of Johns Hopkins Hospital. *J Acoust Soc Am.* 2007;121(pt1): 2673–2680.
312. Finley GA, Cohen AJ. Perceived urgency and the anaesthetist: responses to common operating room monitor alarms [published correction appears in *Can J Anaesth.* 1992;39:102]. *Can J Anaesth.* 1991;38:958–964.
313. Kruger GH, Tremper KK. Advanced integrated real-time clinical displays. *Anesthesiol Clin.* 2011;29:487–504.
314. Schmid F, Goepfert MS, Kuht D, Eichhorn V, Diedrichs S, Reichenspurner H, Goetz AE, Reuter DA. The wolf is crying in the operating room: patient monitor and anesthesia workstation alarming patterns during cardiac surgery. *Anesth Analg.* 2011;112:78–83.
315. Imhoff M, Kuhls S, Gather U, Fried R. Smart alarms from medical devices in the OR and ICU. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol.* 2009;23:39–50.
316. Hodge B, Thompson JF. Noise pollution in the operating theatre. *Lancet.* 1990;335:891–894.
317. Fritsch MH, Chacko CE, Patterson EB. Operating room sound level hazards for patients and physicians. *Otol Neurotol.* 2010;31:715–721.
318. Momtahan K, Héту R, Tansley B. Audibility and identification of auditory alarms in the operating room and intensive care unit. *Ergonomics.* 1993;36:1159–1176.
319. Kurmann A, Peter M, Tschan F, Mühlemann K, Candinas D, Beldi G. Adverse effect of noise in the operating theatre on surgical-site infection. *Br J Surg.* 2011;98:1021–1025.
320. Miskovic D, Rosenthal R, Zingg U, Oertli D, Metzger U, Jancke L. Randomized controlled trial investigating the effect of music on the virtual reality laparoscopic learning performance of novice surgeons. *Surg Endosc.* 2008;22:2416–2420.
321. Hawsworth C, Asbury AJ, Millar K. Music in theatre: not so harmonious: a survey of attitudes to music played in the operating theatre. *Anaesthesia.* 1997;52:79–83.
322. Killen AR. Operating room redesign: building safety through a culture of teamwork. *Nat Clin Pract Urol.* 2008;5:171.
323. Matern U, Konecny S. Safety, hazards and ergonomics in the operating room. *Surg Endosc.* 2007;21:1965–1969.
324. Saver C. Trends in OR design follow calls for safety, evidence-based practice. *OR Manager.* 2008;24:1, 10–12.
325. Facility Guidelines Institute. *2010 Guidelines for the Design and Construction of Health Care Facilities.* Chicago, IL: American Society for Healthcare Engineering; 2010. <http://www.fgiguideelines.org/guidelines2010.php>. Accessed May 5, 2013.
326. Worley DJ, Hohler SE. OR construction project: from planning to execution. *AORN J.* 2008;88:917–919, 923–934, 937–941.
327. Rosinski DJ. Sterile cockpit or not: it's all about team and effective communication. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2010;140:10–11.
328. Egan M. Clinical dashboards: impact on workflow, care quality, and patient safety. *Crit Care Nurs Q.* 2006;29:354–361.
329. Bhatia B, Oates T, Xiao Y, Hu P. Real-time identification of operating room state from video. Cheatham W, Goker M, eds. *Proceedings of the Nineteenth Conference on Innovative Applications of Artificial Intelligence.* Palo Alto, CA: AAAI Press; 2007:1761–1766.
330. Xiao Y, Dexter F, Hu P, Dutton RP. The use of distributed displays of operating room video when real-time occupancy status was available. *Anesth Analg.* 2008;106:554–560.
331. Mudumbai SC, Fanning R, Howard SK, Davies MF, Gaba DM. Use of medical simulation to explore equipment failures and human-machine interactions in anesthesia machine pipeline supply crossover. *Anesth Analg.* 2010;110:1292–1296.
332. Herzer KR, Rodriguez-Paz JM, Doyle PA, Flint PW, Feller-Kopman DJ, Herman J, Bristow RE, Cover R, Pronovost PJ, Mark LJ. A practical framework for patient care teams to prospectively identify and mitigate clinical hazards. *Jt Comm J Qual Patient Saf.* 2009;35:72–81.
333. Pronovost PJ, Berenholtz SM, Goeschel CA, Needham DM, Sexton JB, Thompson DA, Lubomski LH, Marsteller JA, Makary MA, Hunt E. Creating high reliability in health care organizations. *Health Serv Res.* 2006;41(pt 2):1599–1617.
334. Pronovost PJ, Freischlag JA. Improving teamwork to reduce surgical mortality. *JAMA.* 2010;304:1721–1722.
335. Walshe K, Offen N. A very public failure: lessons for quality improvement in healthcare organisations from the Bristol Royal Infirmary. *Qual Health Care.* 2001;10:250–256.
336. Coulter A. After Bristol: putting patients at the centre. *Qual Saf Health Care.* 2002;11:186–188.
337. Sibbald B. Winnipeg inquest recommendation could leave young MDs in lurch, expert warns. *CMAJ.* 2001;164:393.
338. Sibbald B. Why did 12 infants die? Winnipeg's endless inquest seeks answers. *CMAJ.* 1998;158:783–789.
339. Davies JM. Painful inquiries: lessons from Winnipeg. *CMAJ.* 2001;165:1503–1504.

340. Hofstede G, Neuijen B, Ohayv DD, Sanders G. Measuring organizational cultures: a qualitative and quantitative study across twenty cases. *Adm Sci Q*. 1990;35:286–316.
341. Scott T, Mannion R, Davies H, Marshall M. The quantitative measurement of organizational culture in health care: a review of the available instruments. *Health Serv Res*. 2003;38:923–945.
342. Fox AT, Fertleman M, Cahill P, Palmer RD. Medical slang in British hospitals. *Ethics Behav*. 2003;13:173–189.
343. Advisory Committee on the Safety of Nuclear Installations. *Organising for Safety: Third Report of the ACSNI (Advisory Committee on the Safety of Nuclear Installations) Study Group on Human Factors*. Sudbury, England: HSE Books; 1993.
344. Zohar D. Safety climate: conceptual and measurement issues. In: Quick JC, Tetrick, LE., eds. *Handbook of Occupational Health Psychology*. Washington, DC: American Psychological Association; 2003:123–142.
345. Makary MA, Sexton JB, Freischlag JA, Millman EA, Pryor D, Holzmüller C, Pronovost PJ. Patient safety in surgery. *Ann Surg*. 2006;243:628–632.
346. Singer SJ, Gaba DM, Falwell A, Lin S, Hayes J, Baker L. Patient safety climate in 92 US hospitals: differences by work area and discipline. *Med Care*. 2009;47:23–31.
347. Catchpole K, Wiegmann D. Understanding safety and performance in the cardiac operating room: from “sharp end” to “blunt end.” *BMJ Qual Saf*. 2012;21:807–809.
348. Stock GN, McDermott CM. Organizational and strategic predictors of manufacturing technology implementation success: an exploratory study. *Technovation*. 2001;21:625–636.
349. Singer SJ, Falwell A, Gaba DM, Meterko M, Rosen A, Hartmann CW, Baker L. Identifying organizational cultures that promote patient safety. *Health Care Manage Rev*. 2009;34:300–311.
350. Roberts KH. Some characteristics of one type of high reliability organization. *Organ Sci*. 1990;1:160–177.
351. Cameron KS, Quinn RE. *Diagnosing and Changing Organizational Culture: Based on the Competing Values Framework*. San Francisco, CA: Jossey-Bass; 2006.
352. Carman JM, Shortell SM, Foster RW, Hughes EF, Boerstler H, O'Brien JL, O'Connor EJ. Keys for successful implementation of total quality management in hospitals. *Health Care Manage Rev*. 1996;21:48–60.
353. Meterko M, Mohr DC, Young GJ. Teamwork culture and patient satisfaction in hospitals. *Med Care*. 2004;42:492–498.
354. Shortell SM, O'Brien JL, Carman JM, Foster RW, Hughes EF, Boerstler H, O'Connor EJ. Assessing the impact of continuous quality improvement/total quality management: concept versus implementation. *Health Serv Res*. 1995;30:377–401.
355. Shortell SM, Jones RH, Rademaker AW, Gillies RR, Dranove DS, Hughes EF, Budetti PP, Reynolds KS, Huang CF. Assessing the impact of total quality management and organizational culture on multiple outcomes of care for coronary artery bypass graft surgery patients. *Med Care*. 2000;38:207–217.
356. Zazzali JL, Alexander JA, Shortell SM, Burns LR. Organizational culture and physician satisfaction with dimensions of group practice. *Health Serv Res*. 2007;42(pt 1):1150–1176.
357. Holtman MC, Frost JS, Hammer DP, McGuinn K, Nunez LM. Interprofessional collaboration: linking professionalism and interprofessional care. *J Interprof Care*. 2011;25:383–385.
358. Porto G, Lauve R. Disruptive clinician behavior: a persistent threat to patient safety. *Patient Safety Qual Healthc*. 2006;3:16–24.
359. Leape LL, Fromson JA. Problem doctors: is there a system-level solution? *Ann Intern Med*. 2006;144:107–115.
360. Hickson GB, Pichert JW, Webb LE, Gabbe SG. A complementary approach to promoting professionalism: identifying, measuring, and addressing unprofessional behaviors. *Acad Med*. 2007;82:1040–1048.
361. Hickson GB, Jenkins AD. Identifying and addressing communication failures as a means of reducing unnecessary malpractice claims. *N C Med J*. 2007;68:362–364.
362. Leape LL, Shore MF, Dienstag JL, Mayer RJ, Edgman-Levitan S, Meyer GS, Healy GB. Perspective: a culture of respect, part 2: creating a culture of respect. *Acad Med*. 2012;87:853–858.
363. Leape LL, Shore MF, Dienstag JL, Mayer RJ, Edgman-Levitan S, Meyer GS, Healy GB. Perspective: a culture of respect, part 1: the nature and causes of disrespectful behavior by physicians. *Acad Med*. 2012;87:845–852.
364. Wiegmann DA, Eggman AA, Elbardissi AW, Parker SH, Sundt TM 3rd. Improving cardiac surgical care: a work systems approach. *Appl Ergon*. 2010;41:701–712.
365. Institute for Safe Medication Practices. Results from ISMP survey on workplace intimidation. <https://www.ismp.org/Survey/surveyresults/Survey0311.asp>. Accessed May 5, 2013.
366. Rosenstein AH, O'Daniel M. Study links disruptive behavior to negative patient outcomes. *OR Manager*. 2005;21:1, 20, 22.
367. Rosenstein AH, O'Daniel M. Invited article: managing disruptive physician behavior: impact on staff relationships and patient care. *Neurology*. 2008;70:1564–1570.
368. Rosenstein AH, O'Daniel M. Impact and implications of disruptive behavior in the perioperative arena. *J Am Coll Surg*. 2006;203:96–105.
369. Glick TH, Rizzo M, Stern BJ, Feinberg DM. Neurologists for patient safety: where we stand, time to deliver. *Neurology*. 2006;67:2119–2123.
370. Bartholomew K. *Ending Nurse-to-Nurse Hostility: Why Nurses Eat Their Young and Each Other*. Marblehead, MA: HCPro; 2006.
371. Schyve P. *Leadership in Healthcare Organizations: A Guide to Joint Commission Leadership Standards*. San Diego, CA: Governance Institute; 2009. <http://psnet.ahrq.gov/resource.aspx?sourceID=17248>. Accessed May 4, 2013.
372. Rosenstein AH. The Joint Commission disruptive behavior standard: intent and impact. *J ASPR*. 2009;16:6–7.
373. Joint Commission on Accreditation of Healthcare Organizations. Leadership standard clarified to address behaviors that undermine a culture of safety. *Jt Comm Perspect*. 2012;32:7. http://www.jointcommission.org/assets/1/16/Leadership_standard_behaviors.pdf. Accessed May 5, 2013.
374. The Workplace Bullying Institute. Results of the 2010 and 2007 WBI U.S. Workplace Bullying Survey. <http://www.workplacebullying.org/wbiresearch/2010-wbi-national-survey/>. Accessed February 3, 2013.
375. Bigony L, Lipke TG, Lundberg A, McGraw CA, Pagac GL, Rogers A. Lateral violence in the perioperative setting. *AORN J*. 2009;89:688–696.
376. Rosenstein AH. The quality and economic impact of disruptive behaviors on clinical outcomes of patient care. *Am J Med Qual*. 2011;26:372–379.
377. Swiggart WH, Dewey CM, Hickson GB, Finlayson AJ, Spickard WA Jr. A plan for identification, treatment, and remediation of disruptive behaviors in physicians. *Front Health Serv Manage*. 2009;25:3–11.
378. Lockley SW, Cronin JW, Evans EE, Cade BE, Lee CJ, Landrigan CP, Rothschild JM, Katz JT, Lilly CM, Stone PH, Aeschbach D, Czeisler CA; Harvard Work Hours, Health and Safety Group. Effect of reducing interns' weekly work hours on sleep and attentional failures. *N Engl J Med*. 2004;351:1829–1837.
379. Landrigan CP, Rothschild JM, Cronin JW, Kaushal R, Burdick E, Katz JT, Lilly CM, Stone PH, Lockley SW, Bates DW, Czeisler CA. Effect of reducing interns' work hours on serious medical errors in intensive care units. *N Engl J Med*. 2004;351:1838–1848.
380. Fisman DN, Harris AD, Rubin M, Sorock GS, Mittleman MA. Fatigue increases the risk of injury from sharp devices in medical trainees: results from a case-crossover study. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2007;28:10–17.
381. Ayas NT, Barger LK, Cade BE, Hashimoto DM, Rosner B, Cronin JW, Speizer FE, Czeisler CA. Extended work duration and the risk of self-reported percutaneous injuries in interns. *JAMA*. 2006;296:1055–1062.
382. Barger LK, Cade BE, Ayas NT, Cronin JW, Rosner B, Speizer FE, Czeisler CA; Harvard Work Hours, Health, and Safety Group. Extended work shifts and the risk of motor vehicle crashes among interns. *N Engl J Med*. 2005;352:125–134.
383. Accreditation Council for Graduate Medical Education; Philibert I, Amis S Jr, eds. *The ACGME 2011 Duty Hour Standard: Enhancing Quality of Care, Supervision and Resident Professional Development*. Chicago, IL: ACGME; 2011. <http://www.acgme-2010standards.org/pdf/monographs/jgme-monograph.pdf>. Accessed May 5, 2013.
384. Ellman PI, Kron IL, Alvis JS, Tache-Leon C, Maxey TS, Reece TB, Peeler BB, Kern JA, Tribble CG. Acute sleep deprivation in the thoracic surgical resident does not affect operative outcomes. *Ann Thorac Surg*. 2005;80:60–64.
385. Ellman PI, Law MG, Tache-Leon C, Reece TB, Maxey TS, Peeler BB, Kern JA, Tribble CG, Kron IL. Sleep deprivation does not affect operative results in cardiac surgery. *Ann Thorac Surg*. 2004;78:906–911.
386. Chu MW, Stitt LW, Fox SA, Kiaii B, Quantz M, Guo L, Myers ML, Hewitt J, Novick RJ. Prospective evaluation of consultant surgeon sleep deprivation and outcomes in more than 4000 consecutive cardiac surgical procedures. *Arch Surg*. 2011;146:1080–1085.
387. Trew A, Searles B, Smith T, Darling EM. Fatigue and extended work hours among cardiovascular perfusionists: 2010 Survey. *Perfusion*. 2011;26:361–370.

388. Hartmann CW, Meterko M, Rosen AK, Shibe Zhao, Shokeen P, Singer S, Gaba DM. Relationship of hospital organizational culture to patient safety climate in the Veterans Health Administration. *Med Care Res Rev.* 2009;66:320–338.
389. Haynes AB, Weiser TG, Berry WR, Lipsitz SR, Breizat AH, Dellinger EP, Dziedek G, Herbosa T, Kibatata PL, Lapitan MC, Merry AF, Reznick RK, Taylor B, Vats A, Gawande AA; Safe Surgery Saves Lives Study Group. Changes in safety attitude and relationship to decreased postoperative morbidity and mortality following implementation of a checklist-based surgical safety intervention. *BMJ Qual Saf.* 2011;20:102–107.
390. Pronovost PJ, Berenholtz SM, Goeschel C, Thom I, Watson SR, Holzmueller CG, Lyon JS, Lubomski LH, Thompson DA, Needham D, Hyzy R, Welsh R, Roth G, Bander J, Morlock L, Sexton JB. Improving patient safety in intensive care units in Michigan. *J Crit Care.* 2008;23:207–221.
391. Stanford JR, Swaney-Berghoff L, Recht KE, Orsagh-Yentis DK. Improved cardiac surgical outcomes with use of total quality management. *J Clin Outcomes Manage.* 2009;16:405–409.
392. Stanford JR, Swaney-Berghoff L, Recht K. Cardiac surgical outcomes improvement led by a physician champion working with a nurse clinical coordinator. *Am J Med Qual.* 2012;27:5–10.
393. Doran KA, Henry SA, Anderson BJ. Breakthrough change for adult cardiac surgery in a community-based cardiovascular program. *Qual Manag Health Care.* 1998;6:29–36.
394. Berry SA, Doll MC, McKinley KE, Casale AS, Bothe A Jr. ProvenCare: quality improvement model for designing highly reliable care in cardiac surgery. *Qual Saf Health Care.* 2009;18:360–368.
395. Culig MH, Kunkle RF, Frndak DC, Grunden N, Maher TD Jr, Magovern GJ Jr. Improving patient care in cardiac surgery using Toyota production system based methodology. *Ann Thorac Surg.* 2011;91:394–399.
396. O'Regan D, Shah S, Mirsadraee S, Al-Ruzzeh S, Karthik S, Jarvis M. Implementation of a process-orientated multidisciplinary approach (POMA), a system of cost-effective healthcare delivery within a cardiac surgical unit. *Qual Saf Health Care.* 2008;17:459–463.
397. Uhlig PN, Brown J, Nason AK, Camelio A, Kendall E, John M, Eisenberg Patient Safety Awards: system innovation: Concord Hospital. *Jt Comm J Qual Improv.* 2002;28:666–672.
398. Fung-Kee-Fung M, Watters J, Crossley C, Goubanova E, Abdulla A, Stern H, Oliver TK. Regional collaborations as a tool for quality improvements in surgery: a systematic review of the literature. *Ann Surg.* 2009;249:565–572.
399. Burns C, Mearns K, McGeorge P. Explicit and implicit trust within safety culture. *Risk Anal.* 2006;26:1139–1150.
400. Liker JKH, Hoseus M. *Toyota Culture: The Heart and Soul of the Toyota Way.* New York, NY: McGraw-Hill; 2008.
401. Frankel AS, Leonard MW, Denham CR. Fair and just culture, team behavior, and leadership engagement: the tools to achieve high reliability. *Health Serv Res.* 2006;41(pt 2):1690–1709.
402. Clarke S, Ward K. The role of leader influence tactics and safety climate in engaging employees' safety participation. *Risk Anal.* 2006;26:1175–1185.
403. Malenka DJ, O'Connor GT. A regional collaborative effort for CQI in cardiovascular disease: Northern New England Cardiovascular Study Group. *Jt Comm J Qual Improv.* 1995;21:627–633.
404. Malenka DJ, O'Connor GT. The Northern New England Cardiovascular Disease Study Group: a regional collaborative effort for continuous quality improvement in cardiovascular disease. *Jt Comm J Qual Improv.* 1998;24:594–600.
405. O'Connor GT, Plume SK, Olmstead EM, Coffin LH, Morton JR, Maloney CT, Nowicki ER, Levy DG, Tryzelaar JF, Hernandez F, Adrian L, Casey KJ, Bundy D, Soule DN, Marrin CAS, Nugent WC, Charlesworth DC, Clough R, Katz S, Leavitt BJ, Wennberg JE; Northern New England Cardiovascular Disease Study Group. Multivariate prediction of in-hospital mortality associated with coronary artery bypass graft surgery. *Circulation.* 1992;85:2110–2118.
406. O'Connor GT, Plume SK, Olmstead EM, Coffin LH, Morton JR, Maloney CT, Nowicki ER, Tryzelaar JF, Hernandez F, Adrian L, Casey KJ, Soule DN, Marrin CAS, Nugent WC, Charlesworth DC, Clough R, Katz S, Leavitt BJ, Wennberg JE. A regional prospective study of in-hospital mortality associated with coronary artery bypass grafting. *JAMA.* 1991;266:803–809.
407. Dacey LJ, Munoz JJ, Johnson ER, Leavitt BJ, Maloney CT, Morton JR, Olmstead EM, Birkmeyer JD, O'Connor GT; Northern New England Cardiovascular Disease Study Group. Effect of preoperative aspirin use on mortality in coronary artery bypass grafting patients. *Ann Thorac Surg.* 2000;70:1986–1990.
408. O'Connor GT, Plume SK, Olmstead EM, Morton JR, Maloney CT, Nugent WC, Hernandez F Jr, Clough R, Leavitt BJ, Coffin LH, Marrin CA, Wennberg D, Birkmeyer JD, Charlesworth DC, Malenka DJ, Quinton HB, Kasper JF. A regional intervention to improve the hospital mortality associated with coronary artery bypass graft surgery. *JAMA.* 1996;275:841–846.
409. O'Rourke DJ, Malenka DJ, Olmstead EM, Quinton HB, Sanders JH Jr, Lahey SJ, Norotsky M, Quinn RD, Baribeau YR, Hernandez F Jr, Fillingier MP, O'Connor GT; Northern New England Cardiovascular Disease Study Group. Improved in-hospital mortality in women undergoing coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg.* 2001;71:507–511.
410. Munoz JJ, Birkmeyer NJ, Dacey LJ, Birkmeyer JD, Charlesworth DC, Johnson ER, Lahey SJ, Norotsky M, Quinn RD, Westbrook BM, O'Connor GT; Northern New England Cardiovascular Disease Study Group. Trends in rates of reexploration for hemorrhage after coronary artery bypass surgery. *Ann Thorac Surg.* 1999;68:1321–1325.
411. Virginia hospitals join to create data repository for cardiac surgery. *Clin Resour Manag.* 2001;2:44–46, 33.
412. Speir AM, Rich JB, Crosby I, Fonner E Jr. Regional collaboration as a model for fostering accountability and transforming health care. *Semin Thorac Cardiovasc Surg.* 2009;21:12–19.
413. Prager RL, Armenti FR, Bassett JS, Bell GF, Drake D, Hanson EC, Heiser JC, Johnson SH, Plasman FB, Shannon FL, Share D, Theurer P, Williams J; Michigan Society of Thoracic and Cardiovascular Surgeons. Cardiac surgeons and the quality movement: the Michigan experience. *Semin Thorac Cardiovasc Surg.* 2009;21:20–27.
414. Johnson SH, Theurer PF, Bell GF, Maresca L, Leyden T, Prager RL; Michigan Society of Thoracic and Cardiovascular Surgeons. A statewide quality collaborative for process improvement: internal mammary artery utilization. *Ann Thorac Surg.* 2010;90:1158–1164.
415. Campbell DA Jr, Englesbe MJ, Kubus JJ, Phillips LR, Shanley CJ, Velanovich V, Lloyd LR, Hutton MC, Arneson WA, Share DA. Accelerating the pace of surgical quality improvement: the power of hospital collaboration. *Arch Surg.* 2010;145:985–991.
416. Kritchevsky SB, Braun BI, Bush AJ, Bozikis MR, Kusek L, Burke JP, Wong ES, Jernigan J, Davis CC, Simmons B; TRAPE Study Group. The effect of a quality improvement collaborative to improve antimicrobial prophylaxis in surgical patients: a randomized trial. *Ann Intern Med.* 2008;149:472–480, W89–W03.
417. Mittman BS. Creating the evidence base for quality improvement collaboratives. *Ann Intern Med.* 2004;140:897–901.
418. Gurses AP, Kim G, Martinez EA, Marsteller J, Bauer L, Lubomski LH, Pronovost PJ, Thompson D. Identifying and categorising patient safety hazards in cardiovascular operating rooms using an interdisciplinary approach: a multisite study. *BMJ Qual Saf.* 2012;21:810–818.
419. Gurses AP, Martinez EA, Bauer L, Kim G, Lubomski LH, Marsteller JA, Pennathur PR, Goeschel C, Pronovost PJ, Thompson D. Using human factors engineering to improve patient safety in the cardiovascular operating room. *Work.* 2012;41(suppl 1):1801–1804.
420. Martinez EA, Marsteller JA, Thompson DA, Gurses AP, Goeschel CA, Lubomski LH, Kim GR, Bauer L, Pronovost PJ. The Society of Cardiovascular Anesthesiologists' FOCUS initiative: Locating Errors through Networked Surveillance (LENS) project vision. *Anesth Analg.* 2010;110:307–311.
421. World Alliance for Patient Safety. *WHO Guidelines for Safe Surgery: Safe Surgery Saves Lives.* Geneva, Switzerland: World Health Organization; 2009.
422. Gillespie BM, Chaboyer W, Longbottom P, Wallis M. The impact of organisational and individual factors on team communication in surgery: a qualitative study. *Int J Nurs Stud.* 2010;47:732–741.
423. Weaver SJ, Salas E, Lyons R, Lazzara EH, Rosen MA, Diazgranados D, Grim JG, Augenstein JS, Birnbach DJ, King H. Simulation-based team training at the sharp end: a qualitative study of simulation-based team training design, implementation, and evaluation in healthcare. *J Emerg Trauma Shock.* 2010;3:369–377.

KEY WORDS: AHA Scientific Statements ■ briefing ■ communication ■ handoff ■ patient care team ■ patient-centered care ■ patient safety ■ safety culture ■ simulation

Correction

In the article by Wahr et al, “Patient Safety in the Cardiac Operating Room: Human Factors and Teamwork: A Scientific Statement From the American Heart Association,” which published online August 5, 2013, and appeared in the September 3, 2013, issue of the journal (*Circulation*. 2013;128:1139–1169), a correction was needed.

On page 1139, in the author byline, Bruce E. Searles’ degrees were listed incorrectly as “MSN, CCP.” They have been changed to read, “Bruce E. Searles, MS, CCP.” The authors regret the error. This correction has been made to the print version and to the current online version of the article, which is available at <http://circ.ahajournals.org/content/128/10/1139>.