

【第127回生涯教育講座】

島根大学医学部における CST (Cadaver Surgical Training) の現状と今後について

ふじ 藤	たに 谷	まさ 昌	し 司 ¹⁾	ひら 平	の 野	さとる 了 ¹⁾³⁾
わた 渡	なべ 部	ひろ 広	あき 明 ²⁾	おお 大	たに 谷	ひろき 浩 ³⁾

キーワード：CST (Cadaver Surgical Training), 解剖, 臨床医学の教育及び
研究における死体解剖のガイドライン, Thiel 法

要 旨

医療安全の見地から、外科医を効率よくトレーニングするシステムの構築が急務である。現在、厚生労働省の後押しにより、全国で CST (Cadaver Surgical Training) (ご遺体を用いた手術研修) の普及が進みつつある。島根大学においても、2018年度より大学内での CST を行う気運が高まった。そして千葉大学のシステムを参考に、臨床医学の教育及び研究における死体解剖のガイドライン (以下ガイドライン) に則って2019年11月にシステムを立ち上げた。

2020年1月11日島根大学としては初めての CST が Acute Care Surgery 講座主催で施行された。現在までに確立されたシステムについて、時系列に沿って立ち上げのプロセスを提示する。また CST 自体は、島根県のみならず世界中の医師を島根に呼び込む可能性と、研究への発展性も兼ね備えている。CST の今後についても論じる。

はじめに。CST (Cadaver Surgical Training) (ご遺体を用いた手術研修) の歴史

海外では、新鮮凍結死体で手術手技教育を行う surgical training やバイオメカニクス研究を行

う施設 cadaver laboratory が大学のみならず中核病院にも備えられている。日本ではそれらが整備されてこなかったため、意識の高い外科系医師は、新しく手術手技を学ぶために、海外に CST を受講しにいかねばならなかった¹⁾。

医療安全に関する社会的な関心の高まりにより、平成22年に構造改革特区で、「外科医師が死体を用いて手術のトレーニングを行うため、死体解剖保存法の運用に見直し・解釈の拡大を行うべき」と答申されたことをきっかけとして、CST につ

Masashi FUJITANI et al.

- 1) 島根大学医学部解剖学講座 (神経科学)
 - 2) 島根大学医学部附属病院 Acute Care Surgery 講座
 - 3) 島根大学医学部解剖学講座 (発生生物学)
- 連絡先：〒693-8501 島根県出雲市塩冶町89-1
島根大学医学部解剖学講座

いて検討が進められた¹⁾。

そして平成24年に、日本解剖学会と日本外科学会の合同で、「臨床医学の教育及び研究における死体解剖のガイドライン」が公表された²⁾。それまで学生実習や解剖学研究に限定されていた献体使用が、医師および歯科医師の手術手技研修等にも可能となった¹⁾。

またこの20年間で、若手(29才未満)の体幹部を担当する外科系医師(外科, 呼吸器外科, 心臓血管外科, 乳腺外科, 気管食道外科, 消化器外科(胃腸外科), 肛門外科, 小児外科など)が急速に減ってきている³⁾。厚生労働省はその対策にのりだし, ますます重要となってきた医療安全の見地から, 全国でCSTの普及を推進している⁴⁾。

平成24年度ガイドラインが制定された後より, 厚労省により「実践的な手術手技向上研修事業」が実施され, 令和元年度現在, 計33大学以上で, 恒常的にCSTが行われることになった。

島根大学においても, 2018年度より大学内でのCSTを行う気運が高まり, 千葉大学のシステムを参考にシステムを立ち上げた。

そして2020年1月11日はじめてのCSTとしてASSET (Advanced Surgical Skills for Exposure in Trauma) コースが本学 Acute Care Surgery 講座主催で施行された(写真1)。現在までに確立されたシステムについて, 時系列に沿って立ち上げのプロセスを提示する。

臨床科からの要望

まずもともと主著者藤谷は, ご遺体の防腐処置としてThiel固定法の有用性を前任の大学で確認していた。また2018年4月に島根大学医学部解剖学講座教授就任時に, 整形外科よりCSTを行いたいという要望をいただいた。もともと島根大学



(写真1) 島根大学における実際のASSETコース開催の様子。(写真は許可を得て掲載)

では, 4年生時に行う局所解剖学実習という素晴らしいシステムが構築されていた。この局所解剖学実習では, 解剖を臨床科の先生に教わる。長年にわたり培われてきた解剖学実習への信頼という土壌に加えて, 外科医が減少していること¹⁾, 大学改革の波を受けて基礎講座のスタッフが減少していること⁵⁾が背景としてあった。解剖学講座の主宰者として, 臨床科に密接に協力していくこと, それとともに基礎医学講座が衰退しないような持続的な仕組みが必要であると教授就任当初から著者は考えていた。そしてCST事業が臨床講座と解剖学講座をつなぎ, お互いに協力する体制に持っていくことができると考えていた。

しかしCSTは, 献体されたご遺体を用いることから, 立ち上げに際して慎重であるべきであった。立ち上げる前から, ガイドラインが存在することは知っていたが, 経験豊富な経験者からのアドバイスが必要であると考え, 2018年7月に千葉大学大学院医学研究院環境生命医学講座鈴木崇根先生にコンタクトを取った。千葉大学のクリニカルアナトミーラボ(CAL)は, 日本でも有数の手術手技研修施設としてすでに有名であった¹⁾。その鈴木崇根先生のアドバイスに従う形で, 臨床科の34教授にアンケートを送付した。主として外科

系講座17講座から返事があり、おおむね興味があるという結果をえた。潜在的な要望が島根大学においても明確にあり、事業を推進していくべきであると考えられた。

有終会理事会，総会での承認

次に有終会（島根大学医学部における篤志献体団体）の会員の方々に深くご理解をいただく必要があった。従って、共著者の平野技術職員，大谷教授とともに，説明用の資料を作成した。

2018年8月17日，その資料を用いて有終会の理事会にて丁寧に説明した。新しく承諾書を変更することなどを含め，ご遺体を医師のための解剖に用いることのできることを了承をえた。議論のなかで理事の一人の女性から，「このCSTを行うことで島根県の外科手術のレベルが上がることを強く望みます」と，つよい励ましの言葉をいただいた。この言葉は，現在につづくCST事業の推進に大きくつながっている。

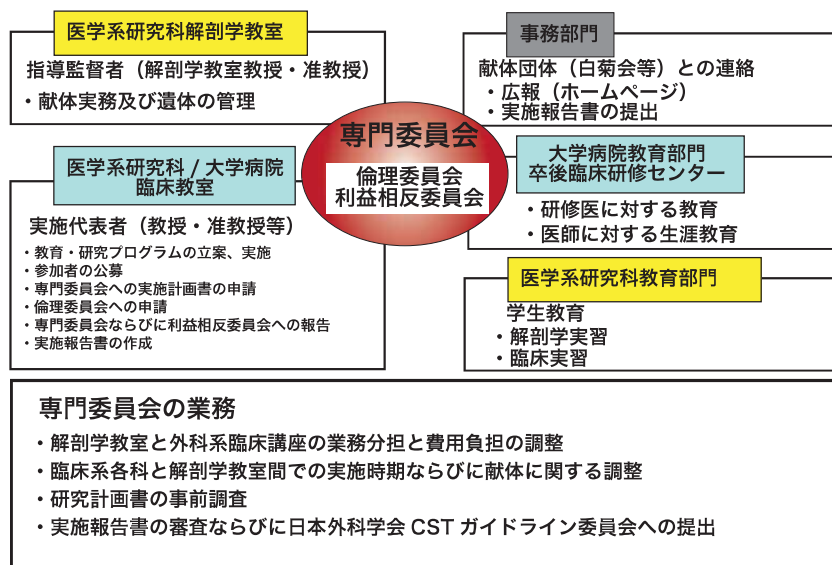
そして2018年10月11日に，有終会総会でも同様

の資料を提示し，説明した。質問等にこたえ，了承を得たために，新しい医師の解剖についての承諾書を会員の全員に送付した。

CSTセンター助教の承認，CSTセンターの設立，鈴木崇根先生来雲と千葉大学CAL（Clinical Anatomy Lab）の視察

こうして，篤志献体団体のできることを了承を得て，同意書が集まりつつあったが，ガイドラインにあるとおり，CSTを行うための専門委員会を医学部横断的に設立する必要があった（図1）。また，解剖学講座側の負担も考えて，CSTに携わる人員の確保が必要であった。

まずCSTセンターを立ち上げるために必要なスタッフの補充を認めていただいた。そして，医学部附属病院の中の診療支援施設としてCSTセンターが立ち上がることとなった（センター長：内尾祐司整形外科学教授）。こちらを運営するのは，CSTセンター専門部会で，管理のための医学部横断的な委員会ではなく，むしろ実際にCST



（図1）学内の運営体制について

出典：CST推進委員会による解説動画，臨床医学の教育及び研究における死体解剖のガイドラインの留意点より，許可を得て改変。

を行う実行運営部門であった。

また、2019年2月18日、鈴木崇根先生を島根大学医学部に招いたセミナーを開催した。逆に2019年3月1日に、技術職員の平野とともに、千葉大学のCALの視察を行った。必要な物品、実際の運営について教授いただき、防腐処置であるThiel法についての技術移転を受けた。またどうやったらCSTを成功に導けるのか、解剖学講座側からの経験も伝えていただいた。さらには島根大学が現状実行可能なことから始めることの重要性を教わった。

そして他大学の運営方法を研究することで、別の観点からの島根大学の改善点が明確になってきた。それまで島根大学では、解剖の献体の引き取りから防腐処置まで、1名の技術職員（あるいは教員）がずっと付き添っていた。しかし、島根県は東西に長く、広島まで引き取りに行くこともあった。今後CSTのための防腐処置数が増えることが予想され、2つの解剖学講座に1名しかいない解剖の技術職員の負担軽減が急務であった。ご遺体引き取り業務の外部委託の試算を行い、外部委託することを医学部長に承認いただいた。ご遺体を大学に移送後は、技術職員あるいは教員が待機しており防腐処置などを担当する。結果として引き取りに関わる業務の時間が大幅に減少し、負担が軽減された。

CSTセンター必要物品の購入、目標の決定と CST研究会への参加、会員数減少へのアプ ローチ、再び有終会の理事会、総会での承認

こうして、必要な物品を医学部附属病院からサポートを受けることとなる。通常の解剖体の防腐処置に必要な物品に加えて、Thiel法注入固定液セット（エーエスケミカル）と、東大改良型骨錐

（穿頭用のドリル）を購入した。

また、2019年7月3日の時点で、2020年の1月11日にASSET（Advanced Surgical Skills for Exposure in Trauma）コースを島根で開く予定をCSTセンター専門部会で決めた。最新の情報を得るために、2019年8月9日に第2回CST研究会が千葉大学にて開催され、著者らとともにAcute Care Surgery講座の医師も参加し、CST開催にあたっての情報収集を行った。

この時点で、系統解剖用のご遺体があまり集まっていなかったことから、強く危機感を持った。CSTの開始により、今後ご遺体の需要の高まりが予想されたためである。従って2019年8月に有終会入会をお願いする献体キャンペーンとして、複数の病院、老人ホームを訪問し、説明した。附属病院長の許可を得て、関連病院へ送付される資料に献体についての説明ポスターを追加した。その他、島根大学医学部の公式ホームページとして、有終会のホームページを事務と協力して作成した。献体についての説明等が現状と合わなくなっていたために、新しく献体のしおりを作成し、そのすべてをホームページ上に反映させた。[\(https://www.med.shimane-u.ac.jp/faculty/yushukai/\)](https://www.med.shimane-u.ac.jp/faculty/yushukai/) こういった一連のことをすべて、再び有終会の理事会、総会で承認いただいた。その後2019年12月には、山陰中央新報の取材を受けて、献体についての説明を行ったことも現在の会員数の増加に繋がっている。

倫理委員会とCST管理委員会

2019年夏の時点で、CSTが事業として最も立ち後れていた部分が、倫理委員会と専門委員会を含めた制度設計であった。理想的には、これらが先にあるべきであったが、なかなか全体像を初め

から確定できないでいた。

その中で、そもそも CST 自体が医師への教育が主目的であることから、医の倫理委員会が扱う研究についての審査は不要ではないかという意見をいただき、まず倫理委員会に説明し議論をさせていただいた。

ガイドラインには、明確に「実施にあたり大学の倫理委員会等に諮り実施内容を十分に検討し承認を得ていることを要件とした」と記載があり、倫理委員会の委員長や、倫理審査の窓口である臨床研究センターとの議論が続いた。最終的に、日本外科学会からも審査が必要であるという連絡を受け、そのことも後押しとなり、審査していただくこととなった。

一方で、もっとも苦労したところが、図2に示す制度設計であった。とくに CST センターを立ち上げるために、病院内の診療支援施設として立ち上げたため、医学部内の所属である解剖学講座や、解剖学講座のスタッフをどのようにシステムの中で機能できるのか調整を行った。しかし最終的に事務方と臨床研究センターとの議論を経て、図2のようにシステムが構築された。若干の前後

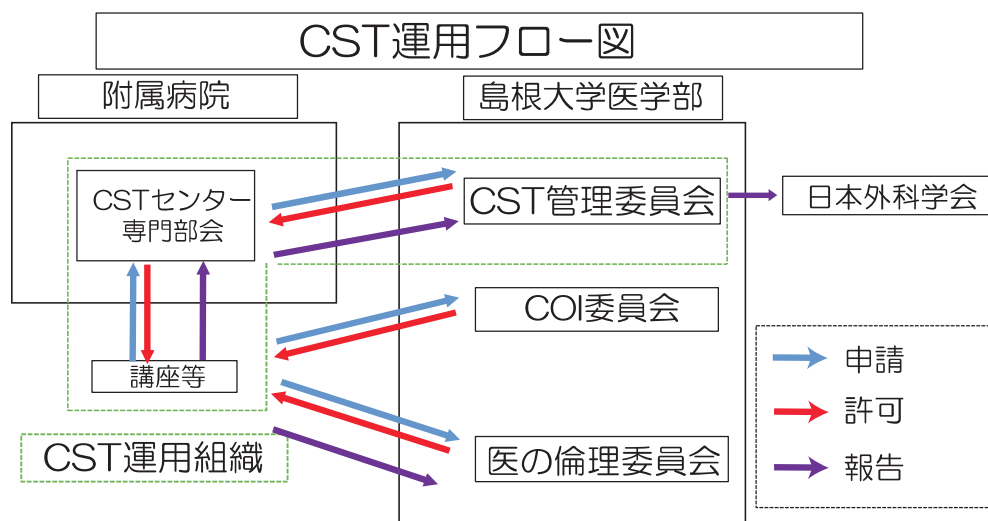
はあったものの、制度通りの書類の流れをすべて踏襲し、審査が行われた。

第1ステップとして、ご遺体の数などを把握している CST センター（解剖学講座）が、まず、臨床科の研修代表者の希望を聞く。そして具体的にどのような研修を行うか（ご遺体の準備状況、日時、人数、講師がだれか、資金についてなど）をインタビューし、ご遺体の確保を行う。そして研修代表者は CST 管理委員会に向けて、申請書を提出する。この申請書も、最終的に日本外科学会に提出する報告書のフォーマットにそのまま合うように作成した。

第2ステップは、COI 委員会に利益相反審査自己申告書を提出する。

第3ステップは、医の倫理委員会での審査である。そもそも申請用の様式も内容が研究用であったことから、医の倫理委員会で審査していただくため、様式も工夫が必要であった。医療に関する倫理審査申請書を CST 用に用いて、審議を行っていただいた。

1 回目に審査いただいたとき、手続き的な問題が何点か指摘された。もっとも大きな点は、図2



（図2）島根大学における CST 運用フロー図。

の様な運用フロー図や書類のフォーマットがまだ完成していなかったことだった。さらには、CST管理委員会での審議が先に必要だという指摘だった。当初、倫理委員会のあとにCST管理委員会を開けばよいと考えていた我々にとって、大きな変更点となった。後方視的に考えると、安全性の見地からこの流れでよかったと考えられた。

従って、島根大学医学部では、CSTの内容については、CST専門部会を経て、CST管理委員会ですべて精査する。そしてその内容が倫理的に問題ないか、一般の方として参加いただく委員や弁護士の委員にも医の倫理委員会で審査していただく。2段階とすることで慎重に審議をいただき、より適切で安全にCSTを施行できるようになった。

さらにもっとも難しい質問を、弁護士の委員よりいただいた。死体解剖保存法に不備があるのではないかという問いだった。解剖学講座教員としては、死体解剖保存法に不備があるとはそれまで考えたことがなかった。とくに学生の正常解剖(系統解剖)は、解剖学の教授、准教授と一緒にあれば、とくに問題ないという理解であった。しかしなぜ、死体解剖保存法に学生・医師などを解剖の許可者として明記していないか、そしてこの不備のある死体解剖保存法をもとに作られたガイドラインは、違法性が阻却されないのではないかという指摘だった。

これについても、日本外科学会や、鈴木崇根先生と議論を重ねた。堀岡伸彦、厚生労働省医政局医事課医師養成等企画調整室長の論文⁴⁾が参考になった。論文より抜粋すると、「刑法は、「法令又は正当な義務は、罰しない」(刑法第35条)と規定しているので、こうした医学生の解剖行為も一応は死体損壊行為ではあるものの、死体解剖保存

法という法令に基づくものであるから、違法性が阻却され、死体損壊罪は成立しないのである。また、一般に、死体解剖保存法のような法律の明文に基づかない場合であっても、その行われた具体的状況を踏まえ、医療的見地及び社会的見地の双方から相当と認められる場合には違法性が阻却されるなどと考えられており(刑法大コンメンタール[第2版], 243頁)、カダバートレーニングについても、こうした考え方に基づいて、「社会的に見て正当な」遺体の使用である限りは、死体損壊罪が成立しないものと考えられている(日本外科学会・日本解剖学会「臨床医学の教育及び研究における死体解剖のガイドライン」と行政が考えていることがわかった。これらを含めた歴史的背景を委員に丁寧に説明して納得していただいた。

最後にCSTの施行後は、2020年2月の時点では、webベースの報告システムを用いて日本外科学会CST推進委員会に報告することになる(<https://www.jssweb.jp/cst/>)ことも申し添えておく。

こうして2019年11月、島根大学におけるCSTのシステムの大枠が確定した。

開催費用についてと消耗品について

解剖学講座として、このように多くの倫理面と大学内でのシステム的な難題を解決してきたが、最終的に運用上のルールや、開催資金の流れに関する問題が残っていた。

何時間もの議論を行い、一般社団法人である島根大学医学部医師会の協力により、このようなCST事業をとともに成立させることができた。

また消耗品は2種類想定しておくべきことが分かった。手袋、キャップ、ディスポーザブルのガウンなどといった受益者負担が可能なものと、ゴ

ミ箱, 納体袋, 器具の修理費といった, その他の CST センターが運営上どうしても必要なものの 2 つであった。最小限度の費用の支出で抑えるためには, 自分の講座からの前者の持ち出しを許可した。従って, 自分たちの講座で負担して準備できるものは, 今後は自分たちの医局から臨床講座が責任を持って準備することとなるであろう。そして後者に関しては, CST センター使用料として, 使用講座に年単位の使用料を徴収することとなった。

画像, 動画について

外科医としては, 手術動画を保存して, それを学会で発表し, あとで客観的に見なおすために同僚, 後輩, あるいはさまざまな医師と共有することは, 日常的によく行われてきている行為である。

しかし一方で, 個人情報保護の観点から, 個人が特定できる画像や動画が流出することがあっては決してならない。あるいは個人が特定できなくても, 個人に断りなく画像や動画を撮ることについての倫理的な問題はあるし, 流出すること自体が極めて不適切な行為として扱われる。

学生のための正常 (系統) 解剖においても, すべての大学で写真撮影を禁止し, 骨学実習, 解剖学実習に関する SNS への投稿はすべて禁止している⁶⁾。このことから, このルールに準じた厳しいルールでなければならないが, 一方で, 外科側としては, せっかく行った手術研修を記録し, 後世に伝える方法もあることが望ましいと推測される。

こちらも研修前に議論を深めた。結論から述べると, 日本外科学会 CST 推進委員会に確認を取ったが, 現時点では残念ながら回答作成中ということだった (2020年1月30日時点)。われわれはそ

のことから, 一旦写真, ビデオ撮影はすべて禁止することとした。またまったく記録が撮れないことは問題があるため, CST センターのスタッフ (解剖学講座のスタッフ) が, ご遺体を含まない外観を撮影することは許可いただき, その使用については許可制とすることとした。

今後は, 早期に CST の動画, 写真の扱いについてのガイドライン (Q&A) が発表されることが予想されるため, それを参考にする。一方, 日本外科学会学術集会への演題応募における倫理的手続きに関する指針⁷⁾などが明確にある学会もあるため, そちらも参考として遵守しつつ, 大学における専門委員会などで慎重に議論する必要性は出てくるであろう。

Thiel 固定法についての考察

Thiel 固定法は1992年にオーストリアの Walter Thiel によって開発された⁸⁻¹⁰⁾。この固定液は, 通常の固定液に比較して, ホルマリン含有量が低く, プロピレングリコール, 亜硫酸ナトリウムが含まれている。Thiel 法により固定された解剖体は組織の柔軟性が保たれるが, これは筋肉が細断されるためであると考えられている¹¹⁾。

現在我々は, 千葉大学から技術移転された方法を用いて固定を行っている。まず大腿動脈から, Thiel 固定液を注入しているが, ホルマリンは通常の Thiel 固定液の倍の濃度を用いている。そして注入後, 頭部, 上肢等の静脈の膨隆が観察されれば, 上矢状静脈洞に向けて頭頂骨の矢状縫合のあたりを穿頭し, 上矢状静脈洞を切開し脱血する。

数体の経験であるが, Thiel 固定に関して考察を加える。実際に, CST に使用したご遺体は, 組織の柔軟性, 保存性を含め米国在住 ASSET コース担当講師に絶賛された。なぜよいご遺体を

準備できたのか。恐らく、3つほどの幸運に恵まれたからだと考察している。

- ① 亡くなられてからお引き取りさせていただいた時間が24時間以内であったこと。
- ② 心不全などの基礎疾患がなかったこと。
- ③ 適度に痩せておられたこと。

とくに①は、最も重要ではないかと考えている。亡くなられてから、時間が経っていたご遺体では、上矢状静脈洞からの静脈血の排泄が極めて悪く、毛細血管内での血液凝固が疑われたご遺体があった。やはり固定の程度が悪いようにみえた。しかし引き取りまでに時間がかかって脱血が行えなかった場合でも、通常の固定法同様、あきらめずに注入を継続することが望ましい。

CST の今後について

ASSET コース担当の講師より、アメリカでも医療安全の観点から、患者でのトレーニングには制限が大きくなっており、ますますカダバートレーニングが有用となるということを伺い、日本でもCSTは今後ますます必要になると考えられた。

また一方で、CSTのガイドラインは、はじめからご遺体を用いた手術手技の開発や国産医療機器の開発を想定している²⁾。この問題は、直近の

CST研究会でも話題となっていた。利益を生み出しはけないという献体の無償奉仕の精神と、国産医療機器の開発が立ちおけているため推進したいことのジレンマで、難しい問題のようである。こちらも、Q&Aという形で、ガイドラインに追加されるため、今後の問題解決の進展を期待したい。

一方、CSTの弱点はご遺体が出血しないことである。従って外科医は、これまでも出血を模したご遺体を作成するために、人工的な血液代替物を注入してトレーニングする工夫をしている^{12,13)}。しかし特別な処置が必要であることと、それでも、生体には劣るということから、やはり大型動物を用いたアニマルトレーニングと組み合わせるとさらにトレーニングコースとして、よいものになると考えられる。アニマルトレーニングとカダバートレーニングができる複合施設を作れば、さらに発展するのではないかと考えられる。

今後は島根県のみならず、世界中の外科医のために貢献する施設となっていくのではないかと期待される。そのためには、島根大学に関連した優秀な外科医が積極的にCSTセンターを使って、若い医師、歯科医師ならびに学生をトレーニングして行ってほしいと強く祈念している。

参 考 文 献

- 1) 鈴木崇根. クリニカルアナトミーラボはどのように誕生し、何処へ向かうのか: 千葉医学, 89: 1-6, 2013
- 2) 日本外科学会, 日本解剖学会. 臨床医学の教育及び研究における死体解剖のガイドライン, 2012
- 3) 厚生労働省. 平成30年(2018年)医師・歯科医師・薬剤師統計の概況, 2019
- 4) 堀岡伸彦. カダバートレーニングにかける行政からの期待: Japanese Journal of Endourology, 32: 2-5, 2019
- 5) 前田正信, 岡部繁男, 柴田洋三郎, 岡田泰伸. 日本解剖学会・日本生理学会による「基礎医学教育・研究」アンケート結果について: 日本生理学雑誌 71: 81-132, 2009
- 6) 日本解剖学会, 日本病理学会, 日本法医学会. 人体および人体標本を用いた医学・歯学の教育と研究における

倫理的問題に関する提言, 2013

- 7) 日本外科学会. 日本外科学会学術集会への演題応募における倫理的手続きに関する指針, 2018
- 8) Thiel W. An arterial substance for subsequent injection during the preservation of the whole corpse: *Ann Anat*, 174: 197-200, 1992
- 9) Thiel W. The preservation of the whole corpse with natural color: *Ann Anat*, 174: 185-95, 1992
- 10) Thiel W. Supplement to the conservation of an entire cadaver according to W. Thiel: *Ann Anat*, 184: 267-9, 2002
- 11) Benkhadra M., Bouchot A., Gerard J., Genelot D., Trouilloud P., Martin L., Girard C., Danino A., Anderhuber F., Feigl G. Flexibility of Thiel's embalmed cadavers: the explanation is probably in the muscles: *Surg Radiol Anat*, 33: 365-8, 2011
- 12) James H. K., Chapman A. W., Pattison G. T. R., Griffin D. R., Fisher J. D. Systematic review of the current status of cadaveric simulation for surgical training: *Br J Surg*, 106: 1726-34, 2019
- 13) Aboud E. T., Krisht A. F., O'Keeffe T., Nader R., Hassan M., Stevens C. M., Ali F., Luchette F. A. Novel simulation for training trauma surgeons: *J Trauma*, 71: 1484-90, 2011