

**特集：最先端医療を支える解剖学****徳島大学病院クリニカルアナトミー教育・研究センターを利用した整形外科領域における最先端手術手技トレーニングと研究について**後 東 知 宏<sup>1,3)</sup>, 鶴 尾 吉 宏<sup>2)</sup>, 西 良 浩 一<sup>3)</sup><sup>1)</sup>徳島大学病院クリニカルアナトミー教育・研究センター<sup>2)</sup>徳島大学医歯薬学研究部顕微解剖学<sup>3)</sup>同 運動機能外科学

(令和2年10月27日受付)(令和2年11月5日受理)

**はじめに**

徳島大学では、2014年8月に未固定遺体を用いるサージカルトレーニングに対応した解剖室(以下、クリニカルアナトミーラボ: CAL)が完成し、その施設を拠点として教育・研究を行うクリニカルアナトミー教育・研究センターが設置された。同ラボは、未固定遺体を用いることができる国内でも数少ない施設である。今回は整形外科教室にてCALを利用したサージカルトレーニングの実例やご遺体を用いた研究について紹介する。なお、これらの取り組みはご献体をいただいた方の倫理観、生死観、宗教観を十分に理解し、献体という尊い遺志に対して常に敬意を持って実施しており、改めてご献体いただいた方やご家族および白菊会関係者の皆様に心より感謝の意を表したい。

**整形外科分野における cadaver surgical training (CST)**

整形外科分野においても、内視鏡技術の発展、手術の低侵襲化、コンピュータ支援手術等の新規の手術手技が次々と臨床応用されており、より複雑で専門性の高い技術が要求される時代になっている。これまでの手術教育は、もっぱら医学書や講義を用いた座学と臨床現場で上級医から学ぶ、いわゆる“On the job training (OJT)”による経験の伝達が行われていたが、十分なスキルを習得するために長期間を要し、特に若手医師育成には非常に効率が悪い手段であった。日進月歩に発展する最新の医療技術を習得し、安全に臨床現場で実践するためには、これらの従来法による教育のみでは到底対応できない現状がある。一方で、未固定遺体を使用した手術手技研修

は、より生体に近い状況でのトレーニングができる理想的な研修環境であり、手術手技習得に極めて有効な手段である。近年、新規の技術や手術手技認定のためにカダバートレーニングを必要条件とするものも多くでてきており、その重要性は広く認識されている。国内において手術手技研修目的で遺体解剖をすることができなかった頃は、カダバートレーニングを受けるために講師を含めて高い費用や長期の出張期間を費やして諸外国まで赴く必要があり、その垣根は非常に高く、限られた医師しかその機会を得ることができなかった。しかし、2012年以降、国内でのカダバートレーニング実施が可能となり、多くの外科医が各分野における専門的な手術手技研修をより身近で受けられるようになってきたことは、手術手技向上、新規の手術手技開発、最新の医療技術を安全に提供する上で、大変メリットの多いことである。

**全内視鏡下腰椎椎間板ヘルニア摘出術セミナー (FED コース)**

徳島大学整形外科教室では、2014年より全内視鏡脊椎手術手技トレーニングを継続的に実施しており、現在まで、計32回実施し、全国から脊椎外科医を中心とした165名の参加実績がある(2019年12月時点)。全内視鏡下椎間板ヘルニア摘出術(FED: full-endoscopic discectomy)は、約8mmの皮膚切開で行う局所麻酔での手術であり、腰背筋群に対しての侵襲も少なく、現行の椎間板ヘルニア摘出術では最小侵襲の手術法である。また、このヘルニア摘出術に用いる手術手技テクニックは、腰部脊柱管狭窄症の全内視鏡除圧術にも応用されている<sup>1)</sup>。注意すべき合併症としては、アプローチや術中操作の際に起こ

る神経損傷であり、その発生率は1.0~8.9%と報告されている<sup>2,3)</sup>。また、限られた視野で作業スペースも制限される中、適切に椎間板ヘルニアを摘出し神経の除圧を得るためにはさまざまなコツやピットホールが存在する。適切に治療ができれば、早期のスポーツ復帰を目指すアスリートや、逆に、全身状態の問題で全身麻酔がかけられない高齢のハイリスク患者の治療として、極めて有効な手段である。今後、標準的な術式として広く普及が期待される手技であるが、現時点では、先進的な手術手技で全国的にも指導できる医師が少ないこと、局所麻酔での手術であるため現場での指導が十分できない等の問題点がある。そこで、われわれの教室では、本術式が正しい診断、適応のもと、安全かつ正確に行われるよう、カダバートレーニングプログラムを通して本術式の普及活動を行っている。

実際のプログラムでは、座学、模型を使ったドライラボ、未固定遺体を使用したカダバートレーニング、実際の手術見学をセットで行い、短期間でできるだけ効率の良い実習ができるように工夫している。本プログラムは、未固定遺体を用いることで、より生体に近い状況での手術手技トレーニングが可能となっている。特に、内視鏡手術では、組織の色調や弾性の違いは、術中の重要血管や神経の同定には非常に重要な要素となるため、未固定遺体だからこそより正確に、わかりやすく手術のポイントを伝えることができる(図1)。また、これまでセミナー受講者に対し、自己評価および他者評価を行うとともにセミナー受講後、自身の病院で本手技を実施できているかどうかの追跡アンケート調査を行い、フィードバックをかけている。プログラム受講後、自身の施設での本術式実施状況を調査したところ、約7割の受講者が本手技を実施していることが確認できた。また、手術経験がない医師においても実施可能な医師がいることから、本研修がFED導入に役立っていると考えられる。今後、追跡調査を継続しサージカルトレーニングの問題点や課題

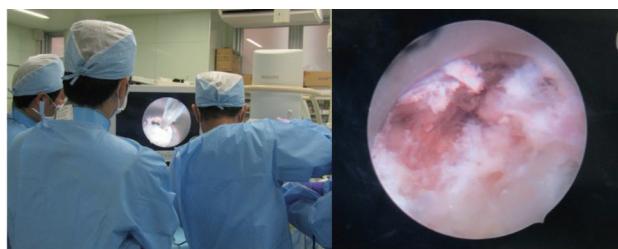


図1 全内視鏡下椎間板ヘルニア摘出術セミナーの様子と鏡視所見

を分析することで、プログラムのブラッシュアップを常に検討していく取り組みが重要であると考えられる。

#### 下肢関節に関する研究

下肢関節(主に膝、股関節)では、未固定遺体を使用した関節動態および靭帯バランスに着目した関節機能解析を行っており、施設内に関節ナビゲーションを導入し、関節動態を詳細にモニタリングすることで非常に高い精度での分析が可能となっている。膝の人工関節に関して、従来型の人工関節では前十字靭帯もしくは前・後十字靭帯の両方を切離してインプラントの設置が行われていた。しかし、術後の関節不安定性や術後満足度の低下が課題とされ、近年、両十字靭帯温存型人工膝関節が臨床導入されている。当教室では、この新規の人工膝関節に関する関節キネマティクスや軟部組織バランスに焦点をあて、多角的に検証しその成果を報告してきた<sup>4-6)</sup>(図2)。また、股関節においては、正常股関節の関節包靭帯に関する解剖学的調査および人工股関節における関節包靭帯の機能解析を中心に行っている。未固定遺体では、特に、靭帯に関する性状や機能は秀逸であり、ほぼ実際の手術と同様の状態が再現できるため、実臨床に則した有用な検証結果が得られる最適な環境と思われる。

#### 放射線医療被曝に関する研究

近年各分野で患者のみならず医療従事者における被曝、いわゆる“医療被曝”が問題視されており、日本整形外科学会では、医療被曝に関するワーキンググループが立ち上げられ、その対策が議論されている。当教室では、他に先駆けて未固定遺体を使用し、臨床におけるさまざまなシチュエーションを想定した放射線の拡散調査や新たな防護具の開発に取り組んでいる<sup>7,8)</sup>(図3)。未固定遺体を用いることで、放射線の身体に対する影響や散乱

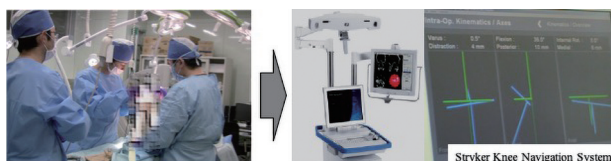


図2 未固定遺体にて人工膝関節手術を行い、ナビゲーションシステムを用いて膝関節の動態・軟部バランス解析を行う

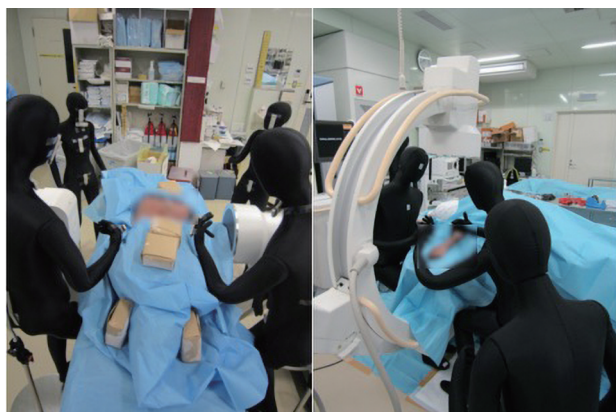


図3 整形外科手術の現場をマネキンを使って再現し、身体の一部での被曝量をモニタリングする

線を正確に再現できることは最大の利点である。被曝低減の動きは世界的な流れであり、今後ガイドライン等のさまざまな規定が定められていくことが予測される。われわれは、一連の研究結果が医療被曝に関する規程策定の基盤的なデータとなるように今後も精力的に取り組みを継続したいと考えている。

#### 今後の課題・展望

FED コースにおける追跡調査によると、受講者のなかで2～3割の先生が受講後本手技を実施できていない結果が得られた。その理由として、本プログラムのみでは技術習得が不十分である可能性が考えられる。今後、研修後のフォローアップ目的に、複数回のプログラム受講（実際に自らが手術を経験した後のフィードバック）、臨床経験からの受講者の選別、腰椎椎間板ヘルニアからの適応拡大（アドバンスコース）、合併症調査等を検討する必要があると考える。また、企業と連携したセミナーの開催等は、利益相反に関する明確なルール整備がなされておらず、現実的にはまだ積極的に進められない状況である。カダバーセンターの運営費全般に関して、現状のカダバーセンターでの教育あるいは研究活動では収益を生むことが認められていないため、国内の大半の施設では、厚生労働省や文部科学省からの公的な助成金や自己資金等の限られた財源の中で運営せざるを得ない状況にある。全国的にカダバーセンターが増加している中で、将来的には、各施設で運営資金を確保できるような法整

備やシステム作りが求められる。

#### 文 献

- 1) Sairyo, K., Chikawa, T., Nagamachi, A. : State-of-the-art transforaminal percutaneous endoscopic lumbar surgery under local anesthesia : Discectomy, foraminoplasty, and ventral facetectomy. *J Orthop Sci.*, **23** (2) : 229-236, 2018
- 2) Choi, I., Ahn, J., So, W., Choi, I., *et al.* : Exiting root injury in transforaminal endoscopic discectomy : preoperative image considerations for safety. *Eur Spine J.*, **22**(11) : 2481-2487, 2013
- 3) Sairyo, K., Matsuura, T., Higashino, K., Sakai, T., *et al.* : Surgery related complications in percutaneous endoscopic lumbar discectomy under local anesthesia. *J Med Invest.*, **61** (3-4) : 264-9, 2014
- 4) Wada, K., Hamada, D., Takasago, T., Nitta, A., *et al.* : Joint distraction force changes the three-dimensional articulation of the femur and tibia in total knee arthroplasty : a cadaveric study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. May.*, **28**(5) : 1488-1496, 2019
- 5) Wada, K., Hamada, D., Takasago, T., Nitta, A., *et al.* : The medial constrained insert restores native knee rotational kinematics after bicruciate-retaining total knee arthroplasty. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. May.*, **27**(5) : 1621-1627, 2019
- 6) Wada, K., Hamada, D., Takasago, T., Nitta, A., *et al.* : Native rotational knee kinematics is restored after lateral UKA but not after medial UKA. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. Nov.*, **26**(11) : 3438-3443, 2018
- 7) Yamashita, K., Higashino, K., Hayashi, H., Hayashi, F., *et al.* : Pulsation and collimation during fluoroscopy to decrease radiation. *JBJS Open access.* **2**(4) : doi : 10.2106/JBJS.OA.17.00039.eCollection 2017 Dec 28, 2017
- 8) Yamashita, K., Higashino, K., Wada, K., Morimoto, M., *et al.* : Radiation exposure to the surgeon and patient during a fluoroscopic procedure. *Spine.*, **41** (15) : 1254-1260, 2016

*State of the art in surgical training or basic research of Orthopedics using cadaver specimen in Clinical Anatomy Education and Research Center of Tokushima University Hospital*

Tomohiro Goto<sup>1,3)</sup>, Yoshihiro Tsuruo<sup>2)</sup>, and Koichi Sairyo<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>*Clinical Anatomy Education and Research Center, Tokushima University Hospital, Tokushima, Japan*

<sup>2)</sup>*Department of Anatomy and Cell Biology, Institute of Biomedical Sciences, Tokushima University Graduate School, Tokushima, Japan*

<sup>3)</sup>*Department of Orthopedics, Institute of Biomedical Sciences, Tokushima University Graduate School, Tokushima, Japan*

#### SUMMARY

In this paper, we would like to introduce about our surgical training program and basic research in the Orthopedic field using fresh frozen cadaver in Clinical Anatomy Laboratory, Tokushima University Hospital. One of our representative surgical training programs is FED course (full-endoscopic lumbar discectomy course). FED is one of the newest minimally invasive surgeries for lumbar disc herniation, which can be performed with 8 mm of skin incision under local anesthesia. There are some knacks and pitfalls in the surgical technique to achieve safe and favorable clinical outcomes. Fresh frozen cadaver is suitable condition for FED course because the color or elastic of the soft tissue is similar to real patient and these conditions are quite important for endoscopic surgical training. We are also working on the biomechanical research of the knee and hip joints and radiation exposure during various Orthopedic surgeries using cadaver specimens. Clinical Anatomy Laboratory is essential for our department to brush up or develop novel surgical techniques and encourage biomechanical research to discover new insights in the Orthopedic field.

Key words : Orthopedic, cadaver surgical training, full-endoscopic lumbar discectomy, cadaveric study