

特集「課題解決型医療人養成プログラム「国内初の、肝移植を担う医療人養成—6大学連携プログラム—」の成果」

肝移植件数が少ない施設における肝移植外科医養成プログラム (SNUC-LT) の有用性と課題

中沼伸一¹, 蒲田亮介¹, 岡崎充善¹, 大畠慶直¹, 真橋宏幸¹, 牧野 勇¹,
林 泰寛², 田島秀浩¹, 高村博之³, 太田哲生¹

¹金沢大学肝胆膵・移植外科学, ²富山県立中央病院外科, ³金沢医科大学一般・消化器外科

Usefulness and limitations of SNUC-LT, a liver transplant surgical training program, in a facility with few liver transplantations

¹Department of Hepato-Biliary-Pancreatic Surgery, Kanazawa University,

²Department of Surgery, Toyama Prefectural Central Hospital,

³Department of General and Digestive Surgery, Kanazawa Medical University

Shinichi NAKANUMA¹, Ryosuke GABATA¹, Mitsuyoshi OKAZAKI¹, Yoshinao OHBATAKE¹,

Hiroyuki SHINBASHI¹, Isamu MAKINO¹, Hironori HAYASHI², Hidehiro TAJIMA¹,

Hiroyuki TAKAMURA³, Tetsuo OHTA¹

【Summary】

Few liver transplantations (LTs) are performed annually in Kanazawa University, a facility in which three young surgeons participated in a training program for liver transplant surgeons, the Six National University Consortium in Liver Transplant Professionals Training Program (SNUC-LT). Each trainee underwent training for 3 years, during which they visited academic medical centers where many LTs are performed. This increased their experience of LT and enabled them to study various surgical procedures performed by skilled liver transplant surgeons. However, because their visits to these centers were brief, they did not gain adequate experience in the ongoing postoperative management of the recipients. As to simulation training, the trainees harvested liver grafts and performed vascular anastomoses for LT using swine models. As a result, in clinical practice, two of the trainees were considered qualified to safely perform recipient operations except for hepatic artery anastomosis and biliary tract reconstruction, and entire donor operations. However, their operation times were long and they did not achieve learning curves. In conclusion, SNUC-LT is a useful program for supporting development of liver transplant surgeons in a facility in which few LTs are performed.

Keywords: liver transplantation, training program, liver transplant surgeon

■ ■ ■ はじめに

国内初の肝臓移植を担う高度医療人養成プログラム (六大学連携プログラム: Six National University Con-

sortium in Liver Transplant Professionals Training Program, 以下 SNUC-LT) は 2014 年に発足した。連携 6 大学 (熊本, 長崎, 岡山, 金沢, 千葉, 新潟) の各大学から若手外科医が参加し, 肝移植外科医養成コース

表 1 指導および連携施設での研修回数

	医師 A	医師 B	医師 C
研修施設			
成育医療センター	3	1	1
京都大学	2	1	—
岡山大学	2	1	1
長崎大学	1	1	1
熊本大学	2	1	1
合計	10 回	5 回	4 回

で修練を行った。各施設における年間肝移植件数に差を認め、当科は少ない施設の1つであった。今回、当科の経験から肝移植件数が少ない施設における SNUC-LT の有用性と課題を検討したので報告する。

■ ■ 金沢大学のこれまでの肝移植について

当科では 1999 年より生体肝移植 (living-donor liver transplantation, 以下 LDLT) を開始し、2008 年より血液型不適合肝移植を導入し、2012 年には北陸で初の脳死肝移植 (deceased donor liver transplantation, 以下 DDLT) を行った。2019 年度までに LDLT 80 例 (再肝移植 1 例を含む)、DDLTT 5 例の合計 85 例の肝移植を行った。

■ ■ 金沢大学の SNUC-LT 履修生

当科から 3 名の医師が履修生として SNUC-LT に参加し、外科医コースで 3 年間の修練を行った。医師 A のプログラム開始年度は 2014 年 (医師 12 年目)、医師 B は 2015 年 (医師 9 年目)、医師 C は 2016 年 (医師 6 年目) であった。

■ ■ SNUC-LT における履修生の活動実績

1. 指導および連携施設での研修および肝移植経験

医師 A-C は、指導施設である成育医療センターおよび京都大学、連携施設である岡山大学、長崎大学、熊本大学で 2~3 泊の滞在期間で研修を行った。各医師の研修合計回数は、医師 A : 10 回、医師 B : 5 回、医師 C : 4 回であった (表 1)。肝移植経験数 (手術参加および見学) は、医師 A : レシピエント 11 例、ドナー 2 例、医師 B : レシピエント 6 例、ドナー 4 例、

表 2 指導および連携施設での肝移植経験数

	医師 A	医師 B	医師 C
レシピエント手術	11 例	6 例	4 例
ドナー手術	2 例	4 例	1 例

医師 C : レシピエント 4 例、ドナー 1 例であった (表 2)。当科では近年行っていなかった小児肝移植、ドミノ肝移植、アンスロン® バイパスチューブによる門脈大循環シャント手技、ルーペによる肝動脈再建、人工血管を使用した血行再建、ハイブリッド肝グラフト採取術など特殊な症例や手技を経験することができた。またカンファレンスや病棟回診にも積極的に参加し、周術期管理の知識を深めることに努めた (図 1)。

2. ブタを用いた肝グラフト採取・肝移植のトレーニング

ブタの肝グラフト採取術の全過程を臨床経験豊富な指導医とともに執刀することができた。一度、執刀した履修生は、次は第 1 助手として執刀未経験の履修生の手術に参加する、いわゆる屋根瓦方針で複数回のシミュレーションを行うことができた。また採取した肝グラフトは、別のブタに移植され、肝静脈 (hepatic vein, 以下 HV)、門脈 (portal vein, 以下 PV)、肝動脈 (hepatic artery, 以下 HA) 吻合を執刀する機会を得た。肝グラフト採取術を医師 A : 執刀 1 回、第 1 助手 5 回、医師 B : 執刀 3 回、第 1 助手 1 回、医師 C : 執刀 4 回、第 1 助手 1 回経験した。また肝移植を医師 A : 執刀 1 回、第 1 助手 2 回、医師 B : 執刀 2 回、第 1 助手 1 回、医師 C : 執刀 4 回経験した (表 3)。

図1 熊本大学，成育医療センターでの病棟回診およびカンファレンス参加の様子



表3 プタを用いた肝グラフト採取・肝移植トレーニング経験数

	医師 A	医師 B	医師 C
肝グラフト採取術			
執刀	1 回	3 回	4 回
第 1 助手	5 回	1 回	1 回
肝移植術			
執刀	1 回	2 回	4 回
第 1 助手	2 回	1 回	—

図2 肝動脈吻合を想定した顕微鏡下血管吻合の練習風景



3. 講演会，Web 病理検討会

6 回の学術講演会および Meet-the-Expert に参加し、肝移植に関する知識を深めた。また Web 病理検討会が 31 回開催され、病理診断に難渋した肝移植後症例が提示され、京都大学病理診断科の羽賀博典教授のコメントを頂き、各連携施設の外科医および病理医が臨床経過を含めて病態を検討した。当科からは 7 例の症例提示を行った。

4. SNUC-LT 共催プログラム

医師 C は、SNUC-LT の共催プログラムである国際実験マイクロサージャリー学会（International Society for Experimental Microsurgery：ISEM）日本支部のハンズオンセミナーに 4 回参加し、左 HA を想定した 2 mm の生体質感人工血管を 9-0 polypropylene 糸で端々吻合する血管吻合の指導を受けた（図 2）。顕微鏡下血管吻合技術を評価するコンテストに 3 回参加し、優秀賞（Uemoto Award）を頂いた。

5. 国際学会が企画した肝移植関連プログラムの参加

医師 A は、2015 年に European Donor Surgery Mas-

terclass & Basic Course on the Split Liver に参加した。初日は脳死下臓器摘出術の講義を受け、2 日目は Cadaver を用いた臓器採取術およびバックテーブルで肝グラフトの Split liver 手技に関するシミュレーション実習を経験した。

6. SNUC-LT 修練期間中における金沢大学の肝移植件数と履修生の執刀件数

医師 A-C の修練期間である 2014 年 4 月～2019 年 3 月に、当科では LDLT 10 件、DDLT 2 件を行った（図 3）。レシピエント手術では、履修生は全肝摘出～グラフト Put in～HV 吻合～PV 吻合までを執刀し、HA 吻合（11 例）および胆道再建は上級医が執刀した。レシピエント手術の執刀数は、医師 A：5 例、医師 B：7 例であった。医師 C は HA 吻合を 1 例執刀した（表 4）。履修生が執刀したレシピエント背景および治療成績を表 5 に示す。グラフト種類は、右葉 3 例、拡大左葉 6 例、後区域 1 例、全肝 1 例、分割肝 1 例であった。手術時間の中央値は 18 時間 43 分と長かった。手技に関連した術後合併症では、腹腔内出血 1 例

図3 SNUC-LT 修練期間中における金沢大学の肝移植件数

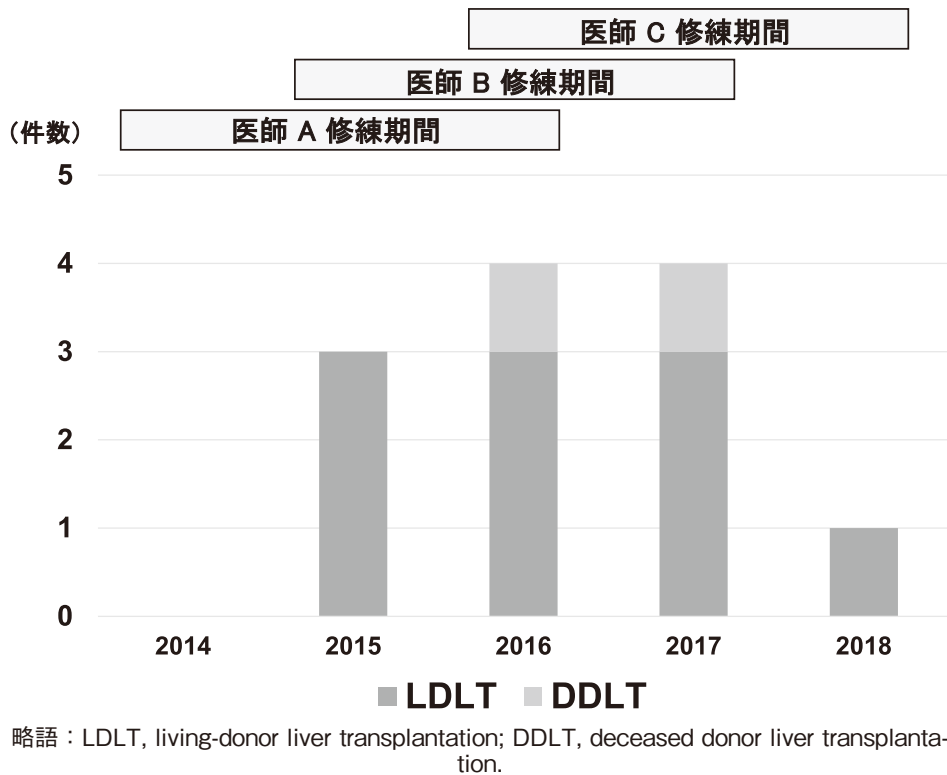


表4 SNUC-LT 修練期間中における履修生の肝移植執刀件数

	医師 A	医師 B	医師 C
LDLT			
レシピエント手術	5 例	5 例	1 例*
ドナー手術	5 例	1 例	—
DDLTT			
レシピエント手術	—	2 例	—
脳死下肝グラフト採取術	1 例	—	—

略語：LDLT, living-donor liver transplantation; DDLT, deceased donor liver transplantation. *肝動脈吻合のみ執刀

を認め、緊急開腹手術でPV右側面の細い分枝から出血を認め、縫合止血した。血管系合併症として、退院後にHV狭窄1例を認め、血管内治療でバルーン拡張術を行った。またHA吻合で使用しなかった左HA断端に仮性瘤形成を1例認め、血管内治療で血管ステントを留置した。レシピエントは2020年10月の現在まで全例生存している。ドナー手術の執刀数は、生体ドナー手術で医師A：5例、医師B：1例であった。脳死下肝グラフト採取術1例を医師Aが執刀し、Back table preparationsも経験した(表4)。当科の履修生の

活動実績や手術件数、治療成績はSNUC-LTの到達目標をおおむね達成した¹⁾。また、医師A-Cは、3年間の修練期間で規定の履修科目を満たし、SNUC-LT完了証が授与された。

金沢大学におけるSNUC-LTの有用性と課題

1. 指導および連携施設での肝移植経験について

医師A-Cが研修施設で経験したレシピエント手術は平均7例であった。5年間における当科での肝移植

表5 SNUC-LT 修練期間中に履修生が執刀したレシピエント背景および治療成績

	<i>n</i> =12
Age	49 (34-53)
Sex (male/female)	5/7
Body mass index (kg/m ²)	22.8 (19.7-32.3)
MELD score	17 (8-26)
LDLT / DDLT	10/2
Graft type (right/left/posterior/hole/split liver)	3/6/1/1/1
GRWR (%)	0.83 (0.56-1.12) *
GV/SLV (%)	46.6 (33.8-55.8) *
Operative time (min)	1,123 (988-1,318)
Cold ischemic time (min)	103 (68-175) *
Warm ischemic time (min)	52 (36-66)
Intraoperative blood loss (L)	8.6 (2.8-15.3)
Postoperative complications (<i>n</i>)	
Intra-abdominal hemorrhage	1
Vascular complication	2
Bile leakage	2
Postoperative hospital stay (day)	70 (49-92)
In-hospital mortality (<i>n</i>)	0

Abbreviations: MELD, model for end-stage liver disease; LDLT, living-donor liver transplantation; DDLT, deceased donor liver transplantation; GRWR, graft weight/recipient body weight ratio; GV/SLV, graft volume/recipient standard liver volume ratio. Data are presented in median (range). *Data are only LDLT recipient's data.

件数が12例であったことより、履修生は当科における3年分相当のレシピエント手術を研修施設で経験したことになる。履修生はSNUC-LTに参加したことで、肝移植経験のキャリア形成を早めることができた。平均7例という症例数は、肝移植年間件数30例の施設であれば約3か月分、20例の施設であれば約4か月分に相当する。年間肝移植件数が多い施設に数か月間留学することで集中的に肝移植を経験する選択肢もある。それと比較してSNUC-LTの利点として、履修生は複数の施設で研修を行ったことで、さまざまな手技や術式を見ることができ、その一部を自施設のレシピエント手術や肝臓切除に導入できたことである。また履修生は当科および研修施設で並行して肝移植を経験したことで、熟練した肝移植外科医の手術と自分の手術を比較でき、手技の未熟な点をフィードバックして改善に努める機会を得られたことも利点であった。一方、SNUC-LTの課題として、自施設での診療を継続しながらの研修であったため、滞在期間を十分に確保できなかったことである。そのため、研修内容は手術参加や見学が中心となり、術後に多様な変化や

合併症を認めるレシピエント管理を数日の滞在期間では十分に経験することはできなかった。他の課題点として、SNUC-LTの履修生が手術に参加したことで、研修施設の若手スタッフの手術機会が減少し、術者にも少なからず負担になったことである。

2. 肝グラフト採取術のトレーニングについて

ブタの解剖や組織はヒトに類似しており、全身麻酔下で管理されているため、脳死ドナーとしての再現性はとても高かった。ブタを用いた臓器採取の教育プログラムは、若手移植外科医の評価が高く、適切で正確な手技の習得に有用であることが報告されている^{2,3)}。SNUC-LTでは経験豊富な指導医とともに手術の全過程を複数回経験することができ、手術手技の理解はとても深まったと実感している。医師Aは、脳死下肝グラフト採取術の外回り、第1助手の経験に加え、SNUC-LTでトレーニングを重ねたことで、実際に執刀を完遂することができた。医師A-Cの修練期間中5年間における当科のDDLTL件数は2例であり、脳死下肝グラフト採取術の手術経験を得る機会は大変少な

い状況となっていた。そのため、当科のように年間 DDLT 件数が少ない施設では、off the job training としてブタを用いたシミュレーション実習は、脳死下肝グラフト採取術の習得を早めるコンテンツとして有用と考えられた。学会や研究会が主催するブタを用いた手術手技のシミュレーション実習では、手術の全過程を執刀できることは少ないので、SNUC-LT では大変貴重な機会を得ることができた。課題点として、実臨床では脳死ドナーの肥満や動脈硬化による大動脈の石灰化など、手技に難渋するさまざまな状況に遭遇すると予想されるが、ブタのシミュレーション実習では応用力は習得できないことである。術前評価で未経験なリスクを認めた場合は、互助制度の利用や SNUC-LT の指導医に相談または手術支援を依頼することを躊躇してはならないと考えている。今後も学会や勉強会で脳死下肝ドナーグラフト採取術の知識や情報収集に努め、また普段の肝胆膵外科手術で肝臓の授動、肝門部の脈管処理より解剖の知識を深め、カニューレーションやクロスクランプを行う腹部大動脈や総腸骨動脈分岐を触知したりして、感覚を忘れないように努力している。

3. 血管吻合のトレーニングについて

レシピエント手術において、血管吻合の質は治療成績に直結するので on the job training が行いにくい領域であり、若手肝移植外科医は血管吻合の機会を得られにくいのが現状と感じている。それでも指導医から与えられた数少ない執刀のチャンスで、吻合の質を維持しつつ手技を成し遂げるには、off the job training が重要と思われる。心臓血管外科では、専門医の取得のために指導医の責任のもと 30 時間の off the job training が必須であり、基本的スキルと標準手術スキルのシミュレーショントレーニングが実施されている⁴⁾。SNUC-LT では、指導医とともにブタの肝移植シミュレーション実習で HV や PV 吻合を複数回経験することができた。その結果として、臨床で医師 A, B は HV や PV 吻合を経験し、複数例を継続して執刀することができた。アニマルラボで再現性が高いトレーニングを行ったことで、修練医としては許容される運針や手技になったと考えられた。また共催プログラムの ISEM のハンズオンセミナーでは、医師 C は HA 吻合を想定した顕微鏡下血管吻合の指導を受けた。吻合技術は、通過・耐圧テストや吻合部の内側・外側からの観察で評価され、結果のフィードバックにより効果的

な技術向上を行うことができた⁵⁾。レシピエント手術において、HA 吻合は HV や PV 吻合と比較して専門性が高く、吻合の質は術後の生死にかかわるため、育成や継承は更に難しい手技と考えられる。医師 C は、セミナーでの吻合技術の習得とセミナーに向けた練習の習慣により、血管吻合の正確性を高め、時間を短縮させ、臨床で HA 吻合を執刀することができた。当科のように肝移植件数が少ない施設では、若手肝移植外科医の血管吻合の機会も少ないため、SNUC-LT の質の高い off the job training は安全な執刀開始のために大変有用であった。今後の課題点として、動物愛護の観点からは可能な限りアニマルモデルに代わる代替のトレーニング法を考える必要がある⁶⁾。

4. 履修生の達成度と今後について

当科の履修生は、経験豊富な指導医が第 1 助手に参加した状況下で、レシピエント手術 (HA 吻合、胆道再建を除く)、ドナー手術を執刀できるレベルまで育成されたと考えられた。しかし、手術時間は、本邦の肝移植件数が多い施設と比較して長時間となっていた⁷⁾。生体肝移植の Learning curve は、レシピエント手術では 18 例以降で手術時間や温阻血時間の短縮傾向を認め、ドナー手術でも 18 例以降で手術時間の安定化を認めると報告されている^{8,9)}。当科の履修生は一般的な肝移植外科医としての達成度には至っていないと判断される。またレシピエント手術の難易度は、原疾患、体格、開腹歴、シャント、門脈血栓、複雑な脈管再建、血管径などさまざまな因子によって異なり、更なる経験と成長が必要である。そのためには、普段の肝胆膵外科手術で手術手技の自己研鑽を継続しつつ、施設の肝移植件数の維持に努め、肝移植手術の Learning curve に到達し、そして複雑症例を経験できる機会を与えられるように日々努力し、成長しなければならない。

■ ■ ■ まとめ

本邦における肝移植件数は減少傾向となっている¹⁰⁾。若手肝移植外科医の執刀も同時に減少し、Learning curve を得るための症例が増えず、肝移植外科医の育成には更に時間を要する状況になると予想される。今回、当科の履修生は SNUC-LT に参加したことで、肝移植経験数が増え、off the job training により臓器摘出や血管吻合の習得が進み、自施設での肝移植

の執刀を安全に開始することができた。この結果より当科のような肝移植件数が少ない施設において、SNUC-LT は人材育成や肝移植医療の継承をサポートする有用なプログラムであったと考えられた。

■ ■ これからの肝移植医養成教育プログラムの在り方

SNUC-LT は肝移植外科医が対象であったが、本邦の肝移植医療の継続と発展のためには、外科医のみならず内科医も含め、肝移植医のキャリアを支援する教育プログラムがあるとよいと感じた。また外科医コースに関して、履修生のキャリアに合わせて、例えば肝移植外科入門コースや執刀医育成コースなど選択肢があれば、更に履修生は効果的な研修ができる。American Society of Transplant Surgeons のホームページでは、認定されたさまざまな移植施設での肝移植外科医の修練プログラムが紹介されている¹¹⁾。本邦でも同様に全国から幅広く熱意ある外科や内科の医師を公募し、将来の肝移植医療を支える人材育成につながる肝移植医養成教育プログラムがあるとよいと考えられた。

謝辞

本稿を終えるにあたり、丁寧かつ熱心なご指導を頂きました熊本大学小児外科・移植外科の猪股裕紀洋名誉教授(現熊本労災病院院長)、指導および連携施設のスタッフの皆様にご心より感謝致します。

文 献

- 1) 国内初の、肝臓移植を担う高度医療人養成：教育プログラム・コース。 <https://snuclthp.kuh.kumamoto-u.ac.jp/course/>.
- 2) Golriz M, Hafezi M, Garoussi C, *et al.* Do we need animal hands-on courses for transplantation surgery? *Clin Transplant* 2013; 27: 6-15.
- 3) Taniguchi M, Furukawa H, Kawai T, *et al.* Establishment of educational program for multiorgan procurement from deceased donors. *Transplant Proc* 2014; 46: 1071-1073.
- 4) 心臓血管外科専門医認定機構：2020年心臓血管外科専門医申請。 <http://cvs.umin.jp/>.
- 5) 八木真太郎, 上本伸二, 小林英司：若手外科医に対する顕微鏡下血管吻合技術の継承—ISEM日本支部によるハンズオンセミナーの活動報告。 *日外会誌* 2019; 120: 88-90.
- 6) 高橋広城, 早川俊輔, 瀧口修司：動物ラボの有効な利用法：消化管領域より。 *臨外* 2020; 75: 426-432.
- 7) Akamatsu N, Sugawara Y, Kanako J, *et al.* Low platelet counts and prolonged prothrombin time early after operation predict the 90 days morbidity and mortality in living-donor liver transplantation. *Ann Surg* 2017; 265: 166-172.
- 8) Kim SH, Cho SY, Park S-J, *et al.* Learning curve for living-donor liver transplantation in a fledgling cancer center. *Transplant Int* 2009; 22: 1164-1171.
- 9) Lee B, Choi YR, Han H-S, *et al.* Comparison of pure laparoscopic and open living donor right hepatectomy after a learning curve. *Clin Transplant* 2019; 33 (10): e13683. doi: 10.1111/ctr.13683.
- 10) 日本肝移植学会：肝移植症例登録報告。 *移植* 2019; 54: 81-96.
- 11) American Society of Transplant Surgeon: Accredited Abdominal Fellowship Training Programs. <https://asts.org/>