

リンパ管用マイクロカテーテルの開発

附属病院形成外科 山下修二講師

リンパ浮腫をはじめとするリンパ関連疾患（骨盤内リンパ嚢胞、乳糜胸水・腹水）に対するリンパ管内治療法の確立のためには、リンパ管に対応したマイクロカテーテルを開発する必要がある。ヒトの表在リンパ管は直径0.5mm前後と非常に細く、内腔には弁が存在し内膜と弁を損傷することなく円滑な挿入性と造影剤を注入できる送液性を持ったマイクロカテーテルの開発が望まれる。また、リンパ浮腫の外科治療であるリンパ管静脈吻合術（LVA）は、50 μ mの針糸を用い直径0.5mmのリンパ管を吻合する技術が求められ、一部の熟練したマイクロサージャニしか行えないということが課題である。そこで、バルーンカテーテルを用いた針糸による吻合の必要がない新たなリンパ管と静脈の吻合法の確立を目指す。

実験1 マイクロカテーテルの挿入性、視認性、送液性の評価

全身麻酔導入後、インドシアニングリーン（ICG）を四肢末梢に皮内注射し、近赤外線カメラ（PDE neo、浜松ホトニクス）を用いて体表のリンパ管のマッピングを行う。四肢末梢で表在リンパ管を露出し、アクセスデバイスをリンパ管にカニューレションしたら試作品のマイクロカテーテルを挿入し、リンパ管内でのカテーテルの挿入性を評価する。また、カテーテルを進めていく中で、X線透視下にカテーテルの先端部分が確認できるか視認性の評価を行う。カテーテルが目的の位置まで挿入できたら、造影剤を注入しX線透視下で送液性の評価を行う。最後に、カテーテルを抜いた後にリンパ管の内膜損傷の程度を組織学的に評価するため、挿入していたリンパ管を摘出する。

実験2 マイクロバルーンカテーテルを用いたLVAの評価

実験1に準じて四肢末梢でリンパ管を露出し、マイクロバルーンカテーテルを挿入する。カテーテルが目的の位置にきたら、その直上を切開しリンパ管を同定する。近傍の静脈が露出できたら、リンパ管を切離し、末梢側のリンパ管断端からバルーンカテーテルが少しでるように配置し、インフレーションする。バルーンで拡張されたリンパ管の外膜に組織接着剤を塗布し切離した静脈をリンパ管に少しオーバーラップするように被せて十分にリンパ管の外膜と静脈の内膜が接着できたことを確認し、バルーンをデフレーションする。カテーテルを末梢側へ引き、新たに作成したリンパ管静脈吻合部の開存を手術用顕微鏡下に確認する。

キーワード：リンパ管・リンパ管内治療・リンパ浮腫・リンパ管静脈吻合術・カテーテル

Development of microcatheter for lymphatic vessels

Shuji Yamashita, MD, PhD, Lector, Department of Plastic and Reconstructive Surgery

To develop microcatheter which is designed for lymphatic vessels is obviously necessary to establish intralymphatic treatment against valuable lymph-related diseases (lymphedema, pelvic endolymphatic cyst or chyle pleural effusion/ascites). Superficial lymphatic vessels have delicate anatomy, extremely thin diameter (approx. 0.5 mm ϕ) and valve system. Smooth insertability and contrast injectability are required for lymphatic vessel microcatheter to avoid vessel damage. At the same time, there is another problem about surgical treatment; lymphatic vein

anastomosis (LVA) needs highly skilled microsurgeons who can anastomotic thin lymphatic vessels with $50\ \mu\text{m}$ ϕ suture. Therefore, we also aim to develop unsown LVA method using balloon catheter.

Exp. 1 Evaluation of insertability, visibility and injectability of microcatheter

After anesthesia introduction, indocyanine green (ICG) is intradermally injected into the extremities, and lymphatic vessels on the body surface are mapped using a near-infrared camera (PDE neo, Hamamatsu Photonics). Expose the superficial lymphatic vessels of the extremities, cannulate the access device into the lymphatic vessels, and a prototype microcatheter is inserted to evaluate the catheter's insertability into the lymphatic vessels. As advancing the catheter, the visibility is evaluated if the tip of the catheter can be observed under radio fluoroscopy. After the catheter can be inserted to the desired position, contrast medium is injected and the liquid delivery property is evaluated under fluoroscopy. Finally, after the catheter is removed, the inserted lymphatic vessels are collected to grade the intimal damage of the lymphatic vessels histologically.

Exp. 2 LVA evaluation with the microballoon catheter

According to Exp.1, lymphatic vessels of the extremities are exposed and the microballoon catheter is inserted. When the catheter is in the desired position, an incision is made just above it to identify the lymphatic vessels. As the nearby veins are exposed, the lymphatic vessels are dissected, placed so that the balloon catheter protrudes slightly from the peripheral lymphatic stump and balloon inflation is performed. Tissue adhesive was applied to the outer membrane of the lymphatic vessel and the lymphatic stump was covered with the separated vein so as to slightly overlap, Make sure the sufficient adherence between the outer membrane of the lymphatic vessel and the inner membrane of the vein and deflate the balloon. Pull the catheter to the peripheral side and confirm the patency of the newly created lymphatic vein anastomosis under a surgical microscope.

Keywords: Lymphatic vessels, Intralymphatic treatment, Lymphedema, Lymphatic vein anastomosis, catheter