

皮膚縫合練習用ラット保存皮膚の開発

高見 佳宏, 金 佑吏, 田村 聡

東京労災病院形成外科, 難治性創傷治療センター

(平成 28 年 5 月 13 日受付)

要旨: 【目的】現在の臨床初期研修は 2 年間に数科をローテーションする方式であり, 各診療科に振り分けられる時間が限られている。そのため皮膚縫合等の外科的な基本手技を, 実際の臨床症例を通して習得する事は容易ではない。したがって初期研修における外科的基本手技の習得のためには, 練習用の人工皮膚モデルや豚皮を用いて研修医個人が反復練習する方法がとられる事が多い。しかし人工皮膚モデルの質感は実際の生体皮膚の質感とは異なっており, 臨床における縫合感覚を再現する事は出来ていない。また豚皮は事前の消臭・除毛・除菌処理が必要で, 長期保存が困難という問題点がある。われわれはこうした人工皮膚モデルや豚皮の欠点を補い, 安全で長期保存が可能な縫合練習用皮膚を, ラットの皮膚を用いて開発した。作製した皮膚縫合練習用ラット保存皮膚(練習用保存皮膚)の性状と縫合練習における有用性について検討した。【方法】Fischer rat の背部皮膚を肉様膜を含めて採取した。採取皮膚を 80% エタノール・リン酸緩衝液中(PBS)で 6 時間インキュベートした後, 15% グリセリン・PBS に 24 時間インキュベート処理したものを練習用保存皮膚とした。作製した練習用保存皮膚は冷蔵保存した。練習用保存皮膚について一般細菌・真菌培養検査と組織学的検討を行った。また複数の形成外科医と初期研修医により練習用保存皮膚を用いた皮膚切開・縫合練習の評価を行った。【結果】練習用保存皮膚からの細菌・真菌の発育は認められなかった。組織学的に練習用保存皮膚の皮膚・皮下構造に大きな変化は認められなかった。練習用保存皮膚は正常皮膚よりやや柔軟性が低下しているものの, 縫合の感触は実際の皮膚に近いものと感じられた。

【考察と結論】作製した練習用保存皮膚は, 正常皮膚の質感を残しつつ感染のリスクが極めて低く長期保存が可能であり, 初期研修における皮膚縫合の練習材料として有用と考えられた。

(日職災医誌, 65:14-18, 2017)

—キーワード—

縫合練習, ラット保存皮膚

はじめに

現在の臨床初期研修は医学部卒業後の 2 年間に数診療科をローテーションする方式であり, 各科に振り分けられる時間が限られている。そのため皮膚縫合をはじめとした外科的な基本手技を, 実際の臨床症例を通して習得する事は困難である。したがって初期研修における外科的基本手技の習得のためには, 短時間で効率の良い教育を提供する必要がある。練習用の人工皮膚モデル(シミュレーター)を用いて研修医個人が反復練習する方法がとられる事が多い。現在, ゴム, ポリウレタンスポンジ, ポリ塩化ビニル, シリコン樹脂, ポリビニルアルコール等を用いた人工皮膚モデルが用いられているが, どのモデルも生体皮膚の質感とは大きく異なっており, 臨床に

における実際の縫合感覚を再現する事は出来ていない¹⁾²⁾。一方豚皮を縫合練習に用いる方法も試みられているが, 使用に先立って消臭・除毛・除菌処理が必要であり, かつ保存が困難である事等が指摘されている³⁾。われわれは, こうした人工皮膚モデルや豚皮膚の欠点を補い, かつ感染等のリスクを極力低減して長期保存が可能な縫合練習用皮膚を, ラットの背部皮膚を用いて開発した。作製した縫合練習用ラット保存皮膚(以下「練習用保存皮膚」と略す)の性状と縫合練習における有用性について検討した。

方 法

1. 練習用保存皮膚の作製

Specific pathogen free (SPF) 環境で飼育された

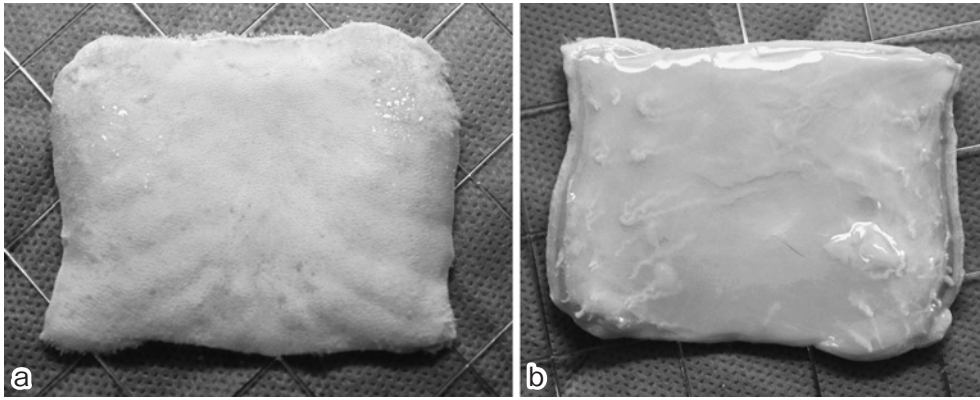


図1 作製した皮膚縫合練習用ラット保存皮膚 (6×5cm). a: 表面. b: 裏面.

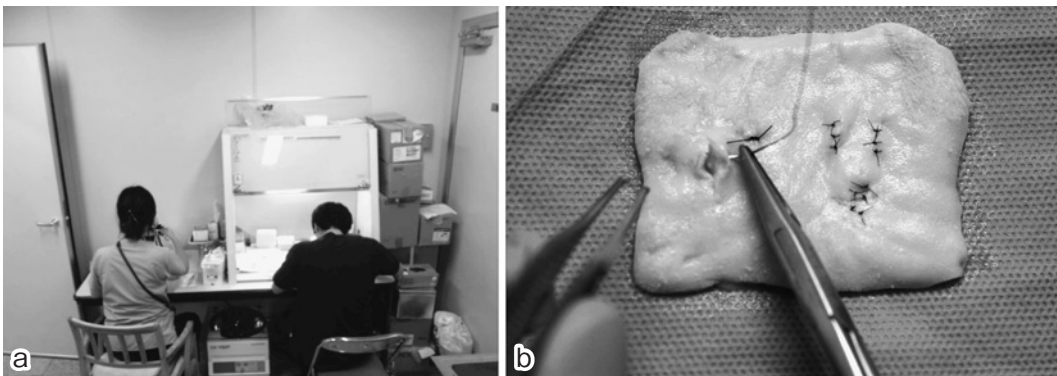


図2 練習用保存皮膚を用いた縫合練習. a: 縫合練習の実施風景. b: 1片の練習用皮膚上で多数・多種類の切開縫合が施行可能であった.

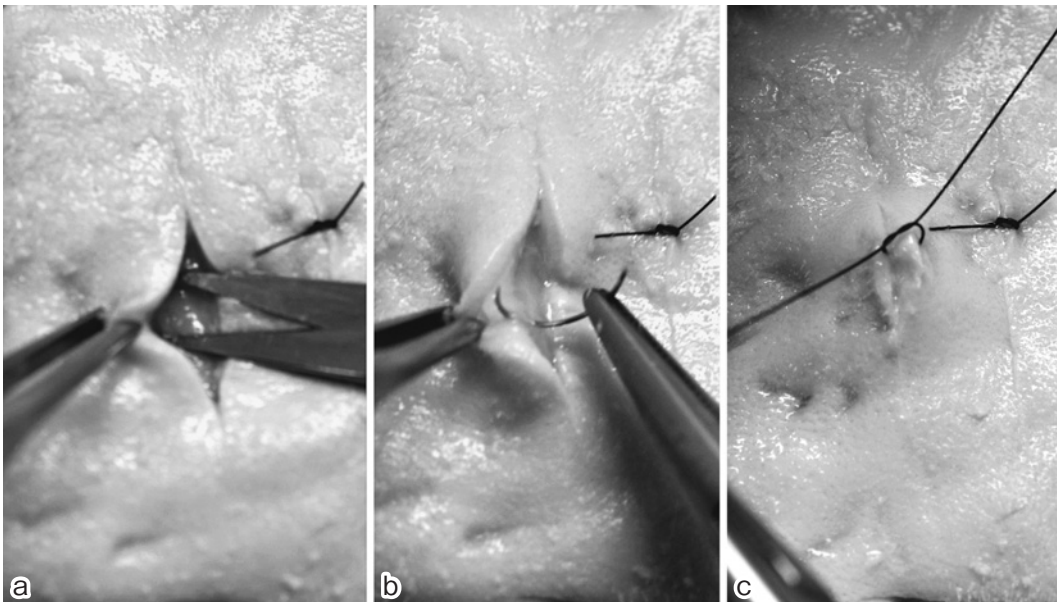


図3 練習用皮膚を用いた切開・皮下剥離・真皮縫合の実際. 作製した練習用皮膚は、皮膚表層縫合 (c) だけではなく、皮膚切開から皮下剥離操作 (a) や、形成外科的な真皮縫合 (b) も可能であった.

Fischer rat (12 週齢, ♂) を麻酔薬により安楽死させた後、背部皮膚を剃毛し、清潔な手術操作で肉様膜を含む皮膚・皮下組織を採取した。採取皮膚は1片を6×5cm

の大きさに調整し、0.05% クロルヘキシジン水 (丸石製薬) で十分に洗浄した後、80% エタノール・滅菌リン酸緩衝液中 (PBS: Gibco) で、室温にて6時間インキュベー

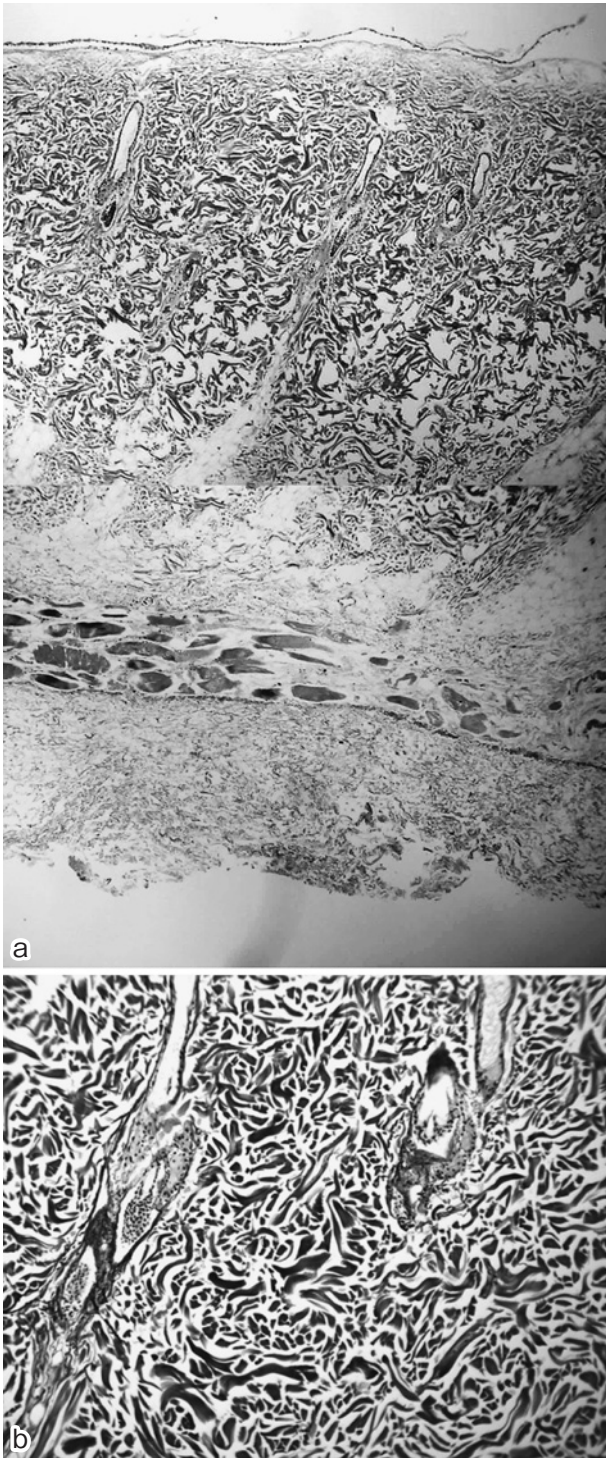


図4 練習用保存皮膚の組織像. a: HE 染色 (40×), b: EVG 染色 (200×).

トした。次いで皮膚に柔軟性を付与するために15% グリセリン・PBS 中で室温にて24時間インキュベートした後、PBS で3回洗浄し練習用保存皮膚とした。作製した練習用保存皮膚の薄片について一般細菌・真菌検査を行った。作製した練習用保存皮膚はPBS に浸漬し使用時まで冷蔵(4℃)保存した。

2. 組織学的検討

作製した練習用保存皮膚の組織学的性状について、H.

E 染色, PAS 染色, Elastica van Gieson (EVG) 染色を用いて検討した。

3. 練習用保存皮膚を用いた切開縫合練習の評価

6カ月間冷蔵保存した練習用皮膚を用いて、複数の形成外科医と初期研修医により皮膚切開、皮下剝離、真皮縫合、皮膚縫合を行い、その質感と有用性を検討した。

結 果

作製した縫合練習用保存皮膚から一般細菌・真菌の発育は認められなかった。

練習用保存皮膚は、PBS に浸漬した状態で2~2.5mmの厚さを有しており、組織の脆弱性を認めなかった(図1)。実際の皮膚縫合練習の結果、作製した練習用保存皮膚は人体皮膚より柔軟性がやや低下しているものの、縫合針の刺入感や真皮縫合の感覚は臨床上の質感に近いものと考えられた(図2)。また皮膚の単純な切開・縫合だけではなく、皮下剝離や小皮弁の作成・移動も可能であった(図3)。

組織学的に、縫合練習用保存皮膚は表皮部分の非薄化が認められるものの、表皮から皮下・肉様膜に至る皮膚の層構造が保たれていた(図4a)。PAS 染色では真皮・表皮境界の基底膜が染色された。真皮のコラーゲン構造は切開・縫合の質感に最も影響を与える部分であるが、EVG 染色にて変性の少ない真皮コラーゲン構造が認められた(図4b)。

考 察

練習用皮膚に求められる基本的な要件は、生体皮膚の質感に近く、感染に対して安全で長期保存しうる事である⁴⁾。さらに研修医の練習用である以上、作製手順が容易でかつ作製経費が廉価である事も重要と考えられる。臨床で用いられる皮膚の長期保存方法としては、15% グリセリン溶液中で凍結保存する方法や高濃度グリセリン溶液中で冷蔵保存する方法が一般的である⁵⁾⁶⁾。これらは重症熱傷などの広範囲皮膚欠損創を一時的にカバーする同種皮膚移植のために開発されたものである。前者は皮膚の Viability を保つ方法であるが、保存手順が複雑でかつ高い経費を要する。後者は高濃度グリセリン処理が抗ウイルス作用を有するとされ保存経費も廉価であるが、グリセリンによる湿潤性が高すぎるため、使用前にグリセリンを洗い流すという煩雑な操作が必要となる。よって両者とも、縫合練習を目的とした皮膚の加工方法として適しているとは言い難い。今回我々が用いた皮膚の加工方法は、作製手順が単純・容易で廉価である。作製した練習用保存皮膚は、一般細菌・真菌が検出されず長期保存が可能であり、人体皮膚より柔軟性がやや低いものの縫合感覚は実地臨床に近いものであった。また人工皮膚モデルでは実施が困難である皮下剝離や真皮縫合が可能である事は、作製した練習用保存皮膚の利点のひとつで

あると考えられた。

一方豚皮を縫合練習に用いる方法も試みられているが、豚皮には特有の臭気、体毛の存在、細菌汚染等の問題が指摘されている³⁾。現状では豚皮は一般に精肉業者から入手されるもので皮膚の細菌汚染は無視できないレベルにある。そのため病院や研究室での長期保存は衛生上困難であろう。しかし豚皮の質感はラットの皮膚よりも人体皮膚の質感に近いと考えられるので、将来的には豚皮がより有用性の高い縫合練習用皮膚材料となりうる可能性がある。今回われわれが用いた皮膚の加工方法は、SPF環境で飼育されたラットを対象としたものである。現状の豚皮の除菌処理には不十分である。今後豚皮の練習用皮膚として用いるためには、豚皮に適した加工方法の開発が必要である。

今回の加工処理の過程で表皮の萎縮が生じる事や、組織強度が正常皮膚より柔軟性に乏しいという問題点も有している。今後より理想的な練習用皮膚となるよう、皮膚の加工方法に改良を加える余地があるものと考えられた。

結 論

作製した縫合練習用ラット保存皮膚血管は、正常皮膚の質感を残しつつ感染のリスクが極めて低く、かつ長期保存が可能であり、初期研修における縫合練習材料として有用であると考えられた。

本論文の要旨は第63回日本職業・災害医学会学術大会（平成27年11月東京）および第34回日本臨床皮膚外科学会学術大会（平成28年3月、大阪）にて発表した。本研究は、平成27年度 独立行

政法人労働者健康福祉機構・病院機能向上のための研究補助金の補助を受けた。

利益相反：利益相反基準に該当無し

文 献

- 1) Narushima M: Surgical Skill-up Seminar (Northern Yokohama Skill-up Seminar: NYSS) Using a Wet-lab Training System for Clinical Residents of Showa University Northern Yokohama Hospital. The Showa University Journal of Medical Sciences 26 (1): 1—7, 2014.
- 2) 住友伸一郎, 大田貴久, 松原 誠, 他：癬痕付き皮膚モデルを用いた形成手術実習の教育効果. 岐歯学誌 37 (2) : 96—102, 2010.
- 3) 三川信之：豚皮を用いた皮膚縫合スキルトレーニング. 創傷 2 (3) : 7125—7127, 2011.
- 4) 高見佳宏, 大澤幸代：微小血管吻合練習用ラット保存血管の開発. 日本職業・災害医学会雑誌 63 (2) : 116—119, 2015.
- 5) 高見佳宏：同種皮膚移植の現状, 創傷の治療 最新の進歩 第2版. 波利井清紀監修. 東京, 克誠堂, 2005, pp 48—53.
- 6) Kreis RW, Vloemans AF, Hoekstra MJ, et al: The use of non-viable glycerol-preserved cadaver skin combined with widely expanded autografts in the treatment of extensive third-degree burns. J Trauma 29 (1): 51—54, 1989.

別刷請求先 〒143-0013 東京都大田区大森南 4—13—21
東京労災病院形成外科
高見 佳宏

Reprint request:

Yoshihiro Takami

Department of Plastic Surgery, Tokyo Rosai Hospital, 4-13-21, Ohmori-Minami, Ohta-ku, Tokyo, 143-0013, Japan

Development of Processed Rat Skin for the Training of Surgical Suture Technique

Yoshihiro Takami, Yuri Kim and Satoru Tamura

Department of Plastic Surgery, Advanced Wound Healing Center, Tokyo Rosai Hospital

In the present program for early postgraduate medical training in Japan, trainees have to rotate through several different clinical divisions, such as internal medicine, general surgery, obstetrics, pediatrics, anesthesiology, and emergency medicine. Since the program period is limited to 2 years, it is difficult for most trainees to gain sufficient competence with surgical suture techniques through on-the-job training with their patients. Artificial skin models have therefore been used for training, but the qualitative differences between artificial skin models and live skin pose an obstacle to fostering good tissue handling technique. In some hospitals, swine skin has been used for training instead of artificial skin models, but swine skin has not been widely accepted for training because of hygiene problems. To resolve these problems, we have developed a processed rat skin and its usefulness for the surgical suture technique has been investigated.

Methods: The dorsal skin was harvested from a male Fischer rat and treated with 80% ethanol solution for 6h. The skin was then incubated in 15% glycerin/phosphate-buffered saline (PBS) for the next 12h. After washing with PBS, the processed skin was kept refrigerated.

Results: Bacterial and fungal culture tests of the processed skin showed negative results. Although the processed skin was less flexible than normal human skin, subcutaneous dissection, dermal sutures and skin sutures were easily performed with similar tissue quality to normal human skin. Histologically, normal cutaneous and subcutaneous structures were preserved, without marked degeneration of the dermal collagen structure.

Conclusion: Processed rat skin can be preserved for long periods of time with very low risk of disease transmission, and seems quite useful for training in surgical suturing techniques during early postgraduate medical training.

(JJOMT, 65: 14—18, 2017)

—Key words—

surgical suture training, processed rat skin