原著

Expanded polytetrafluoroethylene 人工硬膜を用いた 硬膜形成術におけるフィブリン糊の髄液漏防止効果の検討

中 島 智 仙 石 祐 一 福 田 忠 治
蓮 江 正 道 原 岡 襄* 伊 東 洋*

Sealing Effect of Fibrin Glue with regard to Cerebrospinal Fluid Leakage from Dura Mater repaired by Expanded Polytetrafluoroethylene Surgical Membrane

by

Satoshi Nakajima, M.D., Yuichi Sengoku, M.D., Tadaharu Fukuda, M.D.,
Masamichi Hasue, M.D., Jo Haraoka, M.D.*, and Hiroshi Ito, M.D.*

from

Department of Neurosurgery, Hachioji Medical Center, Tokyo Medical College, and
*Department of Neurosurgery, Tokyo Medical College

With the use of an experimental device, we have evaluated the sealing effect of fibrin glue with regard to cerebrospinal fluid (CSF) leakage from dura mater repaired with expanded polytetrafluoroethylene (ePTFE) surgical membrane. Three methods for application of fibrin glue were studied: an external spray method, an internal spray method, and a combination internal-external (sandwich) method.

The burst pressure for a one-step increase in pressure was 43.3 cm H₂O when the external spray method was used, and 61.0 cm H₂O when the sandwich method was used. The burst pressure for stepwise increases in pressure was 20 cm H₂O when the external spray method was used, and 30 cm H₂O when the sandwich method was used.

CSF leakage from dura mater repaired with ePTFE surgical membrane is more frequent and the sealing effect of fibrin glue is less effective when compared with cadaveric dural grafts.

In conclusion, the sandwich method is effective in preventing CSF leakage under conditions similar to those of an increase in postoperative intracranial pressure.

(Received December 15, 1997; accepted February 27, 1998)

Key words : cerebrospinal fluid leakage, expanded polytetrafluoroethylene, fibrin glue

Jpn J Neurosurg (Tokyo) 7 : 429-432, 1998

はじめに

expanded polytetrafluoroethylene (ePTFE) 人工硬膜は、結節と小繊維からなる微小多孔質構造を有し、平均孔径1ミクロン以下、厚さ0.3mmの膜で、cadaveric dural graftに代わり硬膜形成術に使用されているが、術後の髄液漏が唯一の問題点といわれている^{1)~4)6)}。髄液

漏の防止には water-tight suture を心がけることはもちろんだが、頭蓋内圧亢進が予想される場合や縫合部の破損、たるみが生じた場合にはフィブリン糊を使用する傾向がある。ePTFE 人工硬膜においては、cadaveric dural graft との特性の違いから、フィブリン糊の sealing 効果について新たに比較検討を要する。著者らは基礎的実験で、ePTFE 人工硬膜使用時のフィブリン糊の

東京医科大学八王子医療センター脳神経外科／〒193-8639 八王子市館町1163〔連絡先：中島 智〕

Address reprint requests to: Satoshi Nakajima, M.D., Department of Neurosurgery, Hachioji Medical Center, 1163 Tatemachi, Hachioji-shi, Tokyo 193-8639, Japan

*東京医科大学脳神経外科

sealing 効果と塗布法の工夫について検討した。

材料と方法

直径 36 mm のプラスチック製円筒に 2 本の連結管を接続し、一方は加圧シリンジ、他方にマンومترを接続した。円筒内は bromphenol blue (BPB) 着色液で満たし、ロック式加圧シリンジにて用手的加圧を行い、マンومترにて、経時的に内圧を測定した。プラスチック円筒にウシより採取した硬膜で蓋を作成し、その中央に直径 22 mm の円形の硬膜欠損部を作成した。この欠損部に対し、直径 28 mm の円形に切った ePTFE 人工硬膜で修復閉鎖した。縫合は GORE-TEX suture® を用いて 3 mm 間隔の連続縫合を行った (Fig. 1)。

フィブリン糊は化学及血清療法研究所にて製造したガルヒール® を用いた。本製品は 1.0 ml にヒトフィブリンノーゲン 80 mg, ヒト血液凝固第 XIII 因子 75 単位, ウシアプロチニン 1,000 KIE を含む A 液と, ヒトトロンビン 250 単位, 塩化カルシウム 5.9 mg を含む B 液からなっている。A 液と B 液を混合し、10 cm² に対し 2 ml の量を 2 cm の距離から 0.8 kg/cm² の圧縮室素を用いて硬膜面へ噴霧した。

フィブリン糊を用いないコントロール群 (4 例) に対し、以下の 3 通りの塗布法について検討した (Fig. 2)。

1 群 (4 例) : 表面に噴霧 (external spray 法)

2 群 (4 例) : ePTFE 人工硬膜裏面にのみ噴霧して縫合する (internal spray 法)

3 群 (4 例) : ePTFE 人工硬膜の裏面にあらかじめ噴霧凝固した後に縫合し、さらに硬膜表面に噴霧する方法 (internal-external 法; Sandwich 法)

Fig. 3 Burst pressure of each group for a one-step increase in pressure

The burst pressure of group 3 was significantly than that of the control (t-test, $p < 0.01$).

加圧法は各群とも瞬時加圧および持続的段階的加圧の 2 通りで検討した。瞬時加圧では用手的にフィブリン膜が破綻するまで一気に加圧し、破綻した時点の圧をバースト圧とした。持続的段階的加圧では 20 cmH₂O より開始して 5 分間隔で 10 cmH₂O ずつ加圧し、色素液の硬膜上への漏出とマンومتر圧の低下を認めた時点を開ク圧とし、さらにフィブリン糊の膜の破綻を認めた時点を開ク圧として評価した。

結果

① 瞬時加圧に対する sealing 効果 (Fig. 3)

対照群および 2 群ではほとんど耐圧できなかったが、1 群のバースト圧は 43.3 ± 7.1 cmH₂O であった。これに対し 3 群のバースト圧は 61.0 ± 9.0 cmH₂O で、有意に高い (t-test, $p < 0.01$) sealing 効果が得られた。

Fig. 4 Leak and burst pressure of group 1 and 3 for stepwise increases in pressure

The leak and burst pressures of group 3 were significantly higher than those of group 1 (t-test, $p < 0.05$).

② 持続的段階的加圧時の sealing 効果 (Fig. 4)

1 群では全例 20 cmH₂O 加圧後数分で、縫合部よりフィブリン糊直下に漏出が認められ、マンメーター圧の低下を認めた。さらに 30 cmH₂O に加圧後、全例フィブリン糊と ePTFE 人工硬膜接着面に漏出が進み、さらに生体硬膜との接着部の剥離を生じて数分後にフィブリン膜の破綻をきたした。3 群では 20 cmH₂O の加圧に全例が耐圧した。30 cmH₂O に加圧後は 4 例中 3 例で数分後に縫合部より漏出が認められ、マンメーター圧の低下を認めた。40 cmH₂O に加圧後、3 例ともフィブリン糊と ePTFE 人工硬膜接着面に漏出が進み、同部が魚眼様の外観に膨隆した後、数分後にフィブリン膜の破綻をきたしたが、フィブリン糊と生体硬膜との接着面への漏出は認めなかった。残る 3 群の 1 例では、70 cmH₂O の加圧まで漏出はなかった。

考 察

ePTFE 人工硬膜は生体適合性が良好であることに加え、①周囲組織との癒着がない、②膜の劣化がない、③感染に対する抵抗性が比較的強い、④感染源性がないなど、乾燥ヒト硬膜と比べて優れた点が多いが、髄液漏が起りやすいのが短所である¹⁾⁴⁾⁶⁾。その理由として、ePTFE 人工硬膜は伸展性はあるが収縮力がないため針穴の tear drop を生じやすい、組織と癒着しないためパッチの隙間を生じやすいという事実がある。したがって手術手技上① GORE-TEX suture® など、丸針で針と糸の径に差がない針付き縫合糸を用いる、②パッチのトリミングを大きめに行い縫合部に緊張がかからないように縫合する、③フィブリン糊を塗布するなどの工夫を要

する²⁾³⁾。しかし、このような手技により手術中は一見漏れを認めない場合でも、数日後に皮下髄液貯留を呈することがある。閉頭時は全身麻酔薬などの影響により頭蓋内圧が低いのにに対し、術後には頭蓋内圧の上昇に伴い縫合部への持続的な張力の増大が生じるためと考えられる。

本研究では、瞬時加圧実験に加え、持続的な張力負荷による形態的变化を考慮した持続的段階的加圧実験を行い、フィブリン糊の sealing 効果を検討した。通常行われているフィブリン糊塗布法の external spray 法 (1 群) では、瞬時加圧の場合平均 43.3 cmH₂O、持続的段階的加圧の場合 20 cmH₂O で数分後に漏出を認めた。乾燥ヒト硬膜を用いた瞬時加圧実験では平均 116.5 cmH₂O まで耐圧可能であったと報告されているが⁵⁾、ePTFE 人工硬膜を使用した場合には耐圧効果は低下するといえる。持続的段階的加圧実験では、全例で漏出は針穴部位から始まり、さらに ePTFE 人工硬膜とフィブリン糊の接着面に広がりフィブリン膜が破綻した。乾燥ヒト硬膜使用時との差異は、縫合部に加わる持続的な張力による針穴の形態的变化、およびフィブリン糊と ePTFE 人工硬膜との接着性の低さが原因であるといえる⁷⁾。

われわれが考案した Sandwich 法 (3 群) では、瞬時加圧で平均 61.0 cmH₂O、持続的段階的加圧でも 30 cmH₂O 以上 (1 例のみ 70 cmH₂O 以上) と 1 群より有意に高い耐圧効果を示した。3 群では ePTFE 人工硬膜裏面の辺縁部に形成されたフィブリン膜が全周性に縫合部に露出するが、これと表面に塗布されたフィブリン糊が接着すること、また収縮性のあるフィブリン膜が針穴の表と裏を seal することによって 1 群よりも高い sealing 効果を得たと考えられる。この際、ePTFE 人工硬膜裏面に噴霧するフィブリン糊の塗布むらにより sealing 効果に差が生じており、有効な耐圧効果を得るための手技として、ePTFE 人工硬膜裏面の辺縁に 1 mm 程度の厚さの均一なフィブリン膜を形成することが重要で、形取った ePTFE 人工硬膜の中央を支えて把持し、辺縁部を浮かせた形でフィブリン糊を噴霧する方法が適していた。

結 語

- 1) ePTFE 人工硬膜を用いた硬膜形成術におけるフィブリン糊の髄液漏防止効果を検討した。
- 2) 乾燥ヒト硬膜使用時と比較した sealing 効果の低下は縫合部への持続的な張力負荷による針穴の拡大、および ePTFE とフィブリン糊との接着性の低さによる。
- 3) 術後正常頭蓋内圧の場合には通常の external

spray 法で髄液漏が防止し得るが、術後 20 cmH₂O 以上の頭蓋内圧が予想される場合には Sandwich 法が髄液漏の防止に有効である。

文 献

- 1) Boyce B: Physical characteristics of expanded polytetrafluoroethylene grafts. in Stanley JC(ed): *Biologic and synthetic vascular prostheses*. New York, Grune & Stratton, 1982, pp. 553-561.
- 2) 畑中光昭: 代用硬膜としての expanded polytetrafluoroethylene surgical membrane の応用. 新しい医療機器研究 1: 183-193, 1992.
- 3) 野中 雅, 端 和夫: イラスト クリニカルテクニック—ゴアテックスによる硬膜形成. *Clin Neuroscience* 15: 458-459, 1997.
- 4) 高橋信雄: ゴアテックス® 人工硬膜. 脳外速報 7: 669-676, 1997.
- 5) 寺坂俊介, 沢村 豊, 阿部 弘: フィブリン糊スプレーによる髄液漏に対する sealing 効果の検討. 脳外 22: 1015-1019, 1994.
- 6) Yamagata S, Goto K, Oda Y, Kikuchi H: Clinical experience with expanded polytetrafluoroethylene sheet used as an artificial dura mater. *Neurol Med Chir (Tokyo)* 33: 582-585, 1993.
- 7) 山岸正明, 中村 譲, 金澤俊行, 川田典靖: Polytetrafluoroethylene 人工血管に対するフィブリン糊噴霧効果—走査電子顕微鏡による検討. 胸部外科 50: 279-282, 1997.

要 旨

Expanded polytetrafluoroethylene 人工硬膜を用いた硬膜形成術における フィブリン糊の髄液漏防止効果の検討

中島 智 仙石 祐一 福田 忠治 蓮江 正道
原岡 襄 伊東 洋

基礎実験として, expanded polytetrafluoroethylene (ePTFE) 人工硬膜使用時のフィブリン糊の sealing 効果と, 塗布法の工夫について検討した. 縫合後の表面噴霧のみ (external spray 法) では, 瞬時加圧に対し平均 43.3 cmH₂O, 段階的持続的加圧に対し 20 cmH₂O まで耐圧したのに対し, ePTFE 人工硬膜裏面にあらかじめ噴霧した後に縫合し, さらに表面に噴霧 (Sandwich 法) した場合には, 瞬時加圧に対し平均 61.0 cmH₂O, 段階的持続的加圧に対し 30 cmH₂O 以上の耐圧が可能であった. 乾燥ヒト硬膜使用時と比べ, ePTFE 人工硬膜使用時には髄液漏を生じやすく, フィブリン糊を用いた場合の sealing 効果も劣るが, 術後に頭蓋内圧亢進が予想される場合には Sandwich 法は髄液漏防止に有用な方法と考える.

脳外誌 7: 429-432, 1998