固着を軽減したポリウレタンラミネート加工綿片を利用した 脳表静脈および静脈洞からの止血

和田 孝次郎¹⁾, 大谷 直樹¹⁾, 長田 秀夫¹⁾, 富山 新太¹⁾, 戸村 哲¹⁾, 上野 英明¹⁾, 竹内 誠¹⁾,
長谷 公洋¹⁾, 藤井 和也¹⁾, 森 健太郎¹⁾

1) 防衛医科大学校脳神経外科

Usefulness of Newly Developed Non-sticky Polyurethane-coated Surgical Patty for Cerebral Vein or Sinus Bleeding Control

Kojiro Wada, M.D., Ph.D.¹⁾, Naoki Otani, M.D., Ph.D.¹⁾, Hideo Osada, M.D., Ph.D.¹⁾,
Arata Tomiyama, M.D., Ph.D.¹⁾, Satoshi Tomura, M.D., Ph.D.¹⁾, Hideaki Ueno, M.D.¹⁾,
Satoru Takeuchi, M.D.¹⁾, Kimihiro Nagatani, M.D.¹⁾, Kazuya Fujii, M.D.¹⁾, and
Kentaro Mori, M.D., Ph.D.¹⁾

1) Department of Neurosurgery, National Defense Medical College

Cotton surgical patties are essential to control vessel bleeding. However, conventional cotton surgical patties tend to adhere to vessels through capillary action, especially when used in combination with hemostats. Consequently, after the bleeding is controlled, rebleeding often tends to occur after removal of the adhered cotton patty. Polyester film-coated non-woven fabric has replaced conventional gauze for the protection of burn wounds, because this material does not tend to adhere to the wound but retains the same capacity to absorb fluid discharges from the wound. We describe our manufacture of a new type of polyurethane-coated surgical patty, which was evaluated for its bleeding control when used in conjunction with a hemostat and for undesirable vessel adherence.

Our newly developed surgical patty is made of 100% cotton, with only the contact surface coated with polyurethane. The coated side contains many holes, so aspiration through the surgical patty is possible from both sides. For our evaluation, we used a surgical patty with or without polyurethane coating together with a gelatinous sponge for bleeding control in the sagittal sinus, with fibrin glue-soaked oxidized cellulose cotton for bleeding control in the cavernous sinus, and with a collagen sheet for bleeding control in brain capillary vessels, in 5 patients for each use. We found that the newly developed surgical patty could be removed from the hemostat and vessels without difficulty and rebleeding was not observed. The new polyurethane-coated surgical patties appear to be more effective for vessel bleeding control when used with several types of hemostats in different applications and at different locations as compared to conventional non-coated surgical patties.

(Received December 26, 2013 ; accepted February 4, 2014)

Key words : bleeding control, sinus, surgical patty, hemostat
Jpn J Neurosurg (Tokyo) 23 : 589-595, 2014

連絡先: 和田孝次郎, 〒359-8513 所沢市並木 3-2 防衛医科大学校脳神経外科医局

Address reprint requests to : Kojiro Wada, M.D., Ph.D., Department of Neurosurgery, National Defense Medical College, 3-2 Namiki, Tokorozawa-shi, Saitama 359-8513, Japan

Fig. 1 Our newly developed surgical patty made of 100% cotton (A), with only the contact surface coated with polyurethane film (B). The coated side has many small holes (C), so aspiration is possible from both sides.

はじめに

従来の綿片は血液がついた組織に置いておくと毛細管現象により固着しやすい。特に止血用材とともに用いると止血用材に綿片が固着してしまい、綿片を剥がす際に止血用材が止血した部位から剥がれ、再出血を招いてしまうこともある。ポリエステルフィルム加工された不織布は、滲出液の多い熱傷等の創傷処置で固着が軽減されるため、ガーゼに替わり滲出液の吸収と創部の保護に使用されている。そこで、ポリエステルフィルム加工を応用し、脳表に固着しにくく止血用材にも固着しにくいポリウレタンフィルム加工綿片を作製し、脳表の静脈および静脈洞からの止血に使用し、有用と思われたので報告する。

方 法

ポリウレタンフィルムコーティング綿片（ノンスティーナ X[®]）は白十字株式会社の協力を得て作製した。綿片の素材は綿 100%で、接触面となる片側のみポリウレタンフィルムコーティング加工されている（Fig. 1A, B）。コーティング面は多孔性を有し、どちらの面からも吸引管による綿片を通した吸引が可能となっている

（Fig. 1C）。止血法としてはゼラチンスポンジ（ゼルフフォーム[®]、ファイザー）を用いた上矢状静脈洞よりの止血、青球〔フィブリン糊（ボルヒール[®] A 液、化学及血清療法研究所）+酸化セルロース綿（サージセルコットン[®]、ジョンソン・エンド・ジョンソン）〕を用いた海綿静脈洞よりの止血、微線維性コラーゲン（アビテンシート[®]、ゼリア新薬工業）を用いた脳表よりの静脈性の止血に 5 症例ずつ使用し、人工髄液（アートセレブ[®]、大塚製薬）をかけながら綿片の剥離を行い、固着の有無を確認めた。また、過去の手術例で綿片としてベンシーツ[®]（川本産業）を使用し、ノンスティーナ X[®]と同様の止血材を用いた止血を行った症例のうち、ビデオにて確認できたそれぞれ 5 症例ずつについて、綿片剥離後の再出血の有無を確認め、再出血した場合を固着と判断し対照とした。統計学的な解析は χ^2 検定を用いて行った。

また、ノンスティーナ X[®]、ベンシーツ[®]、コッドマン[®] サージカルパティ（ジョンソン・エンド・ジョンソン）、およびセレスシート[®]（富士システムズ）、4 種類の横断面を、150 倍の顕微鏡下にて写真撮影し、けばだちの有無を確認した。

症例のまとめを Table 1 に示す。止血材と綿片との接触時間はノンスティーナ X[®] とベンシーツ[®] 使用ではそれぞれ、ゼラチンスポンジでは平均 198 分と 170 分、青

Table 1 Characteristics of the study subjects

Bleeding control from the superior sagittal sinus

	Polyurethane coating		p value
	With	Without	
Number	5	5	
Male : Female	3 : 2	4 : 1	
Average age (yrs)	62	55	
Average contact duration (min)	198	170	NS

Bleeding control from the cavernous sinus

	Polyurethane coating		p value
	With	Without	
Number	5	5	
Male : Female	1 : 4	2 : 3	
Average age (yrs)	53	62	
Average contact duration (min)	23	26	NS

Bleeding control from the brain surface

	Polyurethane coating		p value
	With	Without	
Number	5	5	
Male : Female	3 : 2	4 : 1	
Average age (yrs)	65	60	
Average contact duration (min)	14	16	NS

NS : not significant

Table 2 Chi-square analysis of number of rebleeding after removal of a surgical patty with or without polyurethane coating

	Polyurethane coating		p value
	With (%)	Without (%)	
Brain surface	0 (0)	1 (20)	NS
Superior sagittal sinus	0 (0)	3 (60)	NS
Cavernous sinus	0 (0)	2 (40)	NS
Total	0 (0)	6 (40)	0.02*

NS : not significant, * : significant

球では平均 23 分と 26 分，微線維性コラーゲンでは平均 14 分と 16 分であった．接触時間に有意差を認めなかった．

結 果

結果を Table 2 に，またノンスティーナ X® 使用の実際を Fig. 2～4 に示す．

① ゼラチンスポンジとの使用

上矢状洞をまたいでの両側前頭開頭 5 例ずつに用い

た．ゼラチンスポンジを 2 枚におろし上矢状洞の硬膜面に置き，その上から綿片を敷き，圧迫止血を行った．止血終了後，綿片はそのまま留置し，硬膜縫合後に人工髄液をかけながら綿片を剥離した．

ノンスティーナ X® No. 6 (15×60 mm) 使用症例においては，全例，綿片のゼラチンスポンジへの固着を認めず，スムーズな剥離が可能であった (Fig. 2)．ペンシーツ® 使用では 3 例で固着による再出血を認めた．両群間に統計学的有意差を認めなかった．

Fig. 2 Polyurethane-coated cotton patty combined with a gelatinous sponge was applied to control bleeding from the sagittal sinus (A). The surgical patty was removed from the hemostat without difficulty and no rebleeding occurred (B). Arrowhead : polyurethane-coated surgical patty, arrow : gelatinous sponge.

Fig. 3 A fibrin glue-soaked polyurethane-coated surgical patty and oxidized cellulose cotton was used to control bleeding from the cavernous sinus (A). The surgical patty could be removed from the hemostat without difficulty and no rebleeding occurred (B). Arrowhead : polyurethane-coated surgical patty, arrow : fibrin glue and oxidized cellulose.

② 青球〔フィブリン糊（ボルヒール® A 液）＋酸化セルロース綿（サージセルコットン®）〕との使用

硬膜外から前床突起を除去した 5 例ずつに用いた。当院では、海綿静脈洞の外側を inner layer と固有硬膜の間で剥離を行い、前床突起全体を視野に収めた後に前床突起をドリリングすることで前床突起を安全に除去している⁸⁾。海綿静脈洞外側の剥離操作時、開放された海綿静脈洞の止血のため、開放部に青球を置き、その上から綿片を敷いて吸引管にて吸引しつつ圧迫を行うことで止血を行った。綿片への血液の漏出がないことを確認した後、人工髄液をかけながら綿片を剥離した。

ノンスティーナ X® No. 4 (10×30 mm) 使用では全例、綿片の青球への固着を認めず (Fig. 3)、確実な止血がな

されていた。ベンシーツ®使用では 2 例で固着による再出血を認めた。両群間に統計学的有意差を認めなかった。

③ 微線維性コラーゲンシート(アビテンシート®)との使用

前頭側頭開頭にてシルビウス裂を開放した手術の 5 例ずつに使用した。前頭葉下面、脳表よりのウージングの止血に微線維性コラーゲンシートを 1 cm×1 cm に切ったものを当て、その上から綿片を敷き、脳ペラにて牽引固定し、脳ペラを動かす時に綿片を剥離した。

ノンスティーナ X® No. 4 使用では全例、微線維性コラーゲンシートへの固着を認めなかった (Fig. 4)。ベンシーツ®使用では 1 例で固着による再出血を認めた。両群間に統計学的有意差を認めなかった。

Fig. 4 A polyurethane-coated surgical patty coupled with a collagen sheet was used to control bleeding from capillaries of the brain surface (A). The surgical patty was easily removed from the hemostat and no rebleeding occurred (B). Arrowhead : polyurethane-coated surgical patty, arrow : collagen sheet.

Fig. 5 Transverse sections of four different surgical patties were investigated by light microscopy (magnification x150). The Nonstina X[®] did not show any fluffing (A, arrows) on the polyurethane-coated surface. However, other types of surgical patties, such as Bemsheets[®] (B, arrowheads), Codman[®] surgical patties (C, arrowheads), and Sereceet[®] (D, arrowheads), showed some fluffing on their surfaces.

止血用材 3 種類それぞれにおける統計学的有意差は認めなかったものの、症例をすべてまとめ比較すると、ノンスティーナ X[®] はベンシート[®] と比較し統計学的有意に固着症例が少ない結果であった。

150 倍にて顕微鏡撮影した綿片の横断面写真を Fig. 5 に示す。ノンスティーナ X[®] のポリウレタンコーティング側 (Fig. 5A arrow) はコーティングにより繊維のけばだちが抑えられている。ベンシート[®] (Fig. 5B arrowhead),

コッドマン® サージカルパティ (Fig. 5C arrowhead), あるいはセレシート® (Fig. 5D arrowhead) の横断面写真では, 綿片による多少の差はあるものの, けぼだちが認められる。

考 察

綿片はさまざまな素材, 形態のものが各社より市販されている¹⁾。ベンシーツ® (再合成されたベンベルグ繊維を紡いで作った不織布を積層したもの), コッドマン® サージカルパティ (ベンシーツ® 同様, 再合成されたセルロース繊維を固めたものに硫酸バリウムを含む X 線不透化マーカーが溶着されており, ポリエステルの糸で綴じてある), セレシート® [ポリビニルアルコール発泡材 (富士システムズ)] が代表的な綿片である。使用目的もさまざまであり, 脳を保護するためであったり, 止血の補助に用いたり, コーティングに用いたり, 脳神経外科顕微鏡下手術においては必須の医療材料である。最近, 頭蓋底外科の進歩に伴い, 海綿静脈洞からの止血法について, さまざまな報告がなされている^{3)~5)9)}。止血を確実にを行うためには, 綿片をうまく活用することが必須のテクニックと考える。しかしながら従来の綿片では止血用材に固着しやすく, 止血完了後に綿片を剥離しようとする, 止血用材からの剥離が困難となってしまう, 無理に剥離すると止血用材もろとも剥がれてしまい再止血を余儀なくされることを経験する。これを防ぐために今回ポリウレタンフィルム加工した綿片を作製した。ポリウレタンフィルムは疎水性のため, 毛細管現象による血液の固着を起しにくい物質と考えられており, 実際, ポリエステル加工された不織布は創部に固着しにくい, 熱傷処置や, 滲出液の多い擦過創等に使用されている。これを脳外科用の綿片に応用できないかと考え, 綿片を作製した。当初, 脳外科用の綿片にポリエステルコーティングを行ってみたが, 綿片全体が硬くなる傾向が認められ, 柔らかい脳表での使用は脳を傷つけてしまう可能性が考えられるため使用は困難と考えられた。綿片の柔軟性を維持するためには伸縮性のある素材によるコーティングが必要と考えた。そこで, カテーテル素材など医療分野に実績のあるポリウレタンによるコーティングを行ったところ, 柔軟性を持った綿片を作成することができた。しかしながら, コーティングを片面に施行すると綿片を通しての水や血液の吸引ができなくなってしまう。これを解決するため, コーティング側に多孔を穿ちコーティング面, 非コーティング面どちらからでも吸引可能となるような工夫を行った。医療機

器としての承認を得た後, 臨床使用し, 通常の綿片と同等に使用可能であることを確認している。

脳神経外科手術において止血操作は非常に重要であり, 特に静脈や静脈洞からのウー징ングに対するコントロールは, 顕微鏡下でのきれいな手術野を得るためには必須である。止血時にフィブリン糊止血材 [ペリプラス P® (CSL パーリング), ボルヒール®, ティシール® (バクスター) など] や, コラーゲン製剤 [アピテン®, インテگران® (日本臓器製薬) など], 酸化セルロース (サージセル®), ゼラチン製剤 [スポンゼル® (アステラス製薬) など] が使用されており, 脳神経外科医の判断によりさまざまに使い分けられている。これらの止血用材が効果を発揮する第 1 段階として, 接着する反応が迅速であることが要求される。このため, 血液の吸着のために使用する綿片にも接着 (固着) してしまうトラブルに見舞われてしまうことも経験する。今回のわれわれの検討は, 限られた止血用材と綿片との比較ではあるが, ポリウレタン加工綿片の止血用材との固着を認めた症例はなく, 症例をすべてまとめて比較すると有意差を持ってポリウレタン加工綿片使用で固着が少なかった。このことより, 新しい綿片は脳神経外科領域の止血操作に役立つ可能性が示唆された。

最近, 綿片の遺残による肉芽腫の報告も散見される¹⁰⁾。上村ら²⁾によれば, 顕微鏡下脳神経外科手術において 8.4% で綿片カウントの不一致が認められたと報告している。綿片遺残の有無を確実に確認するためには, 綿片がレントゲンにて写し出されるための放射線不透過マーカーをつける必要があると考えられた。このため, 新しく開発した綿片は放射線不透過のマーカーを基部に付けており, カウント不一致の場合, レントゲンでの最終的な遺残の確認が可能となっている。

最近, 綿片自体は綿のけぼだちがあるため, 脳表や神経に接触させて使用した場合, 不織布による傷害が認められることが報告されている⁷⁾。今回われわれが作製した綿片は, 顕微鏡写真でも確認したように片側がポリウレタンコーティングされているため綿のけぼだちが抑えられており, 脳表の接触面にコーティング側を使用すれば, これらの傷害を軽減できる可能性もあり, 今後の検討課題としたい。

結 語

接触面のみポリウレタンコーティング加工した綿片を作製し, ゼラチンスポンジを用いた上矢状静脈洞よりの止血, 青球 (フィブリン糊 + 酸化セルロース綿) を用い

た海綿静脈洞よりの止血，微線維性コラーゲンを用いた脳表よりの止血に使用した．すべての症例で，綿片は容易に再出血なく剥離可能であり，止血操作に非常に有用であった．今回のわれわれの検討は，限られた場面での止血操作ではあるが，止血を確実に行ううえで，止血材への固着を防ぐことのできるポリウレタンコーティング綿片は非常に役立つ手術用材となり得るのではないかと考えられた．

謝 辞

ポリウレタンコーティング綿片の作製に甚大なるご協力をいただきました，白十字株式会社 清水紀利氏および内藤義友氏および関係者の皆様方に深謝いたします．

本稿に関して申告すべき利益相反はありません．

文 献

- 1) Beltran R : 種々の脳神経外科手術用綿片に対する組織反応性について—動物の脳内留置および組織培養による実験的研究．信州医誌 **34** : 120-129, 1986.
- 2) 上村紀子，百瀬美希，西原三枝子，西村チエ子：顕微鏡下脳神経外科手術における綿片カウント不一致要因の分析．手術医学 **28** : 1-4, 2007.
- 3) Kim EH, Ahn JY, Chang JH, Kim SH : Management strategies of intercavernous sinus bleeding during transsphenoidal surgery. *Acta Neurochir (Wien)* **151** : 803-808, 2009.
- 4) Kim IM, Yim MB, Lee CY, Son EI, Kim DW, Kim SP, Sohn CH : Merits of intralesional fibrin glue injection in surgery for cavernous sinus cavernous hemangiomas. Technical note. *J Neurosurg* **97** : 718-721, 2002.
- 5) Krayenbühl N, Hafez A, Hernesniemi JA, Krisht AF : Tam- ing the cavernous sinus : technique of hemostasis using fibrin glue. *Neurosurgery* **61** (3 Suppl) : E52, 2007.
- 6) 丸野元彦，香川尚己，羽柴哲夫，橋本直哉，吉峰俊樹：フィブリン糊の新しい使用法：フィブリノゲン・サージセル (FgS) 止血法．*Pharma Med* **21** : 165-168, 2003.
- 7) Menovsky T, De Ridder D, de Vries J : Neurosurgical pat- ties and their intraoperative interaction with neural tissue. *Surg Neurol* **71** : 326-329, 2009.
- 8) Mori K, Yamamoto T, Nakao Y, Esaki T : Surgical simula- tion of extradural anterior clinoidectomy through the trans-superior orbital fissure approach using a dissectable three-dimensional skull base model with artificial cavern- ous sinus. *Skull Base* **20** : 229-236, 2010.
- 9) Sekhar LN, Natarajan SK, Manning T, Bhagawati D : The use of fibrin glue to stop venous bleeding in the epidural space, vertebral venous plexus, and anterior cavernous sinus : technical note. *Neurosurgery* **61** (3 Suppl) : E51, 2007.
- 10) 須賀俊博，大原宏夫：綿片による異物性肉芽腫の一例．*No Shinkei Geka* **15** : 289, 1987.

要 旨

固着を軽減したポリウレタンラミネート加工綿片を利用した脳表静脈および静脈洞からの止血

和田孝次郎 大谷 直樹 長田 秀夫 富山 新太 戸村 哲
上野 英明 竹内 誠 長谷 公洋 藤井 和也 森 健太郎

従来の綿片は固着しやすく，特に止血用材との固着により再出血してしまうこともある．一方，ポリエステルフィルム加工された不織布は，固着が軽減されるため，ガーゼに替わり使用されている．この加工を応用し，接触面のみポリウレタンコーティング加工した綿片を作製した．綿片のコーティング面は多孔性で，吸引可能となっている．ゼラチンスポンジでの上矢状静脈洞よりの止血，フィブリン糊＋酸化セルロース綿での海綿静脈洞よりの止血，および微線維性コラーゲンでの脳表よりの止血，5 症例ずつに使用し，従来の綿片を用いた止血例と比較検討した．新たな綿片では，すべての症例で固着なく再出血も認めず，止血に有用となる可能性が示唆された．

脳外誌 **23** : 589-595, 2014

脳神経外科手術における綿片の役割

国立循環器病研究センター脳神経外科 片岡大治

脳軟膜、軟膜下の脳実質および小血管は非常に脆弱で、わずかな外力によって損傷を起こす。しかし、くも膜を切開して深部に剥離を進めていくためには、脳表にある程度の外力を加えて、くも膜に tension をもたせる必要がある。綿片で脳表を保護しながら圧迫することにより、それが可能となる。また、出血の際には、出血点を明らかにしたうえで、動脈性ならばピンポイントで凝固止血、静脈性なら止血剤を用いた圧迫止血が基本であるが、出血点を綿片で押さえながら少しずつずらして出血点を同定したり、止血剤の上から綿片で圧迫するのも、microsurgery の基本手技の一つである。このように綿片には、脳実質や血管などを圧迫する際のクッションとしての役割や、損傷してはならない部分を覆い隠して保護する役割、圧迫止血のための道具としての役割など、脳神経外科手術にはなくてはならない存在である。そのほか、動脈瘤の coating の材料としても用いられるし、バイパス術の際には針のホルダー

としても使用されるなど、多岐にわたる役割を担っている。

脳神経外科手術には以前よりベンシーツが用いられてきたが、筆者らも述べているように、長時間接していると脳表や止血剤と癒着する点、繊維のけばだちによる脳表の損傷など、いくつかの問題点が存在する。筆者らが開発したポリウレタンラミネート加工綿片は、これらの問題点を解決することが期待される。綿片の多岐にわたる機能を定量的に評価するのは困難であり、その使用感などはあくまで術者の主観的な評価になるが、その部分に問題がなければ、従来の材料に取って代わる可能性を秘めている。

きれいな術野を保って、正常脳の損傷を最小限に抑えて手術を行うことが、合併症の回避や手術成績の向上につながる。「弘法筆を選ばず」とはいうが、こゝと脳神経外科手術においては、手術器具や器材へのこだわりや改良への努力は必要である。