

下肢整形外科手術における深部静脈血栓症 —下肢静脈エコー法による評価と対策について—

本橋 雅壽¹ 安達 昭² 瀧上 剛² 安田 慶秀²
井上 雅之³ 佐々木重幸⁴ 松居 喜郎⁵

要 旨：深部静脈血栓症(以下 DVT)発症のハイリスク群である下肢整形外科手術患者 611 例に対し、肺塞栓の予防を主目的として術前・術後に下肢静脈エコー法による DVT のスクリーニングを行い、DVT の既往例または発症例については抗凝固療法を含む一定のプロトコルを用いて加療を行った。全体の DVT 発症率は 611 例中 118 例(19.3%)で、手術部位(膝関節手術：オッズ比 5.17)、年齢因子(年齢 > 60 歳：オッズ比 3.91)、長時間手術(手術時間 > 120 分：オッズ比 4.52)の発症リスクが高かった。術後の重大出血や肺塞栓症の発症はなかったが、大腿静脈で血栓を認めたと 1 例でウロキナーゼによる治療を追加した。
(J Jpn Coll Angiol, 2010, 50: 95-100)

Key words: deep venous thrombosis, pulmonary embolism, ultrasonic venous screening

はじめに

深部静脈血栓症(以下 DVT)は、手術後の合併症として特に整形外科手術後に高率に発症し、血管外科外来に紹介される例が増加してきた。DVT の診断法としては従来より静脈造影が行われてきたが、近年、DVT 診断に対する下肢静脈エコー法の有用性が多く報告されてきており、当科においても、手術前後に下肢静脈エコーによるスクリーニングを施行している。今回われわれは、下肢整形外科手術患者に対して下肢静脈エコーを中心とした DVT の早期発見、肺塞栓症の予防のためのプロトコルを作成し、その結果を検討したので報告する。

対象および方法

対象は 2005～2006 年に当院にてそれぞれ単一術者によって連続施行された股関節手術患者(HA 群)462 例、

膝関節手術患者(KA 群)149 例、合計 611 症例で、内訳は男性 124 例、女性 487 例で、平均年齢は 56.6 ± 0.6 [mean \pm SEM(standard error of the mean)：以下同様]歳であった。手術術式の内訳は、HA 群で人工関節置換 426 例、骨折 21 例、骨折 + 関節置換 12 例、形成術 3 例で、KA 群では人工関節置換 50 例、骨折 17 例、形成術 82 例であった。全体の平均手術時間は 99.9 ± 1.9 (分)であった(Table 1)。

術前の DVT スクリーニングおよび術後の発症チェックの目的で、手術前 1 週間以内および手術後 1 週間以内に全例・両下肢に血管診察技師認定資格を有する技師により、下肢静脈エコーを施行した。手術日の関係で手術後 1 週間以内としたが、ほとんどの症例で術後 2 日目に施行した。静脈エコーは、SONOS5500 PHILIPS 7.5～10MHz を用いて行った。施行部位は両下肢のヒラメ筋静脈、腓骨静脈、腓腹筋静脈、膝窩静脈、大腿静脈に対して行い、カラードップラー法で血流を確認しつつ血栓有無の探索を行った。体位は、観測部位によって、仰臥位、腹臥位、立位で施行したが、骨折などで施行できない場合は可能な限り施行した。血栓の診断基準は静脈

¹ 函館中央病院心臓血管外科

² NTT 東日本札幌病院心臓血管外科

³ NTT 東日本札幌病院整形外科

⁴ 北海道医療大学生命基礎科学講座

⁵ 北海道大学循環器外科

2009 年 3 月 18 日受付 2009 年 7 月 11 日受理

Table 1 Demographic and clinical data of 611 patients

Age (year)	56.6 ± 0.6	
	(range: 14-92)	
Male / Female	124 / 487	
Open procedure		
Hip joint	462	
Replacement		426
Fracture		21
Fracture & Replacement		12
Plasty		3
Knee joint	149	
Replacement		50
Fracture		17
Fracture & Replacement		0
Plasty		82
Open time (min)	99.9 ± 1.9	
	(range: 7-340)	
D-dimer	8.8 ± 0.2	
	(range: 0.1-47.2)	

DVT: deep venous thrombosis

The average data are presented as mean ± SEM (standard error of the mean)

内部の充実性エコー，または探触子による圧迫で静脈内腔が虚脱しない場合に陽性とし，周囲に比べエコー輝度が高輝度を呈した場合は器質性血栓(**Fig. 1**)と判定した。肺血栓塞栓症/深部静脈血栓症予防ガイドライン¹⁾に沿って，HA 群，KA 群とも DVT 発症の high risk 手術として以下の処置を施行した。健肢には弾性ストッキング，患肢には，HA 群にはカーフポンプ 24 時間歩行開始まで，KA 群にはフットポンプ 24 時間歩行開始までの間欠的空気圧迫法を施行した。ただし手術前の DVT 発症または DVT 既往例で下肢静脈エコーで浮遊血栓の認められる例は除外した。

手術前のエコーで血栓が認められた場合，または DVT の既往がある場合(他医による既往，過去に症状のあった症例等をすべて含む)は，手術直後からヘパリン 10000 u/day 持続投与を開始し，同時にワーファリンを投与し，INR 2 となったからヘパリン中止とした。術前の状況にかかわらず，手術後のエコーで血栓が認められた場合は，やはり INR 2 を目標にワーファリン投与を開始した。すべてのワーファリン投与例は 3 カ月後エコー再検し，血栓を認めなければ投与中止，また器質化している場合はワーファリンを中止し，抗血小板剤(バイアスピリン)を 3 カ月投与することとし，血栓に変化のない場合は



Figure 1 Hyperechoic mass in vein.

Table 2 Comparisons of demographic and clinical data according to the presence or absence of DVT

	DVT (-) (n = 493)	DVT (+) (n = 118)	p value
Age (year)	55.1 ± 0.7	63.2 ± 1.7	< 0.0001
Sex			
Male	100	24	
Female	393	94	NS
Open procedure			
Hip surgery	406	56	
Knee surgery	87	62	< 0.0001
Open time (min)	93.7 ± 1.9	125.7 ± 5.4	< 0.0001
D-dimer	7.9 ± 0.2	12.8 ± 0.9	< 0.0001

DVT: deep venous thrombosis

The average data are presented as mean ± SEM (standard error of the mean)

さらに 3 カ月ワーファリン投与とした。また全例で手術後 1 週間以内に D-dimer(以下 D-D)を測定した。

検討内容は，DVT 発症例と非発症例のデータを retrospective に比較，解析した。統計学的検定は SPSS ver 12.0J を用いて行い，有意水準は 5%とした。

結果

(1) DVT 発症例と非発症例の臨床像比較および DVT 発症要因の検討

全体の DVT 発症率は 611 例中 118 例(19.3%)で，発症部位は大腿部より中枢側に発症したのは 4 例(HA 群 2 例，KA 群 2 例)，114 例は下腿部であった。全体を DVT 発症群[DVT(+)]群 : n = 118]および DVT 非発症群[DVT(-)]群 : n = 493]に群別して比較検討した結果が **Table 2** である。

Table 3 Logistic regression of deep venous thrombosis (DVT) on several risk factors

Risk factor	Coefficient	SE	Odds Ratio	95% Confidence Interval	p value
Age (> 60)	0.214	0.030	3.91	2.56-5.97	< 0.0001
Sex	0.109	0.038	1.00	0.61-1.65	0.004
Ope procedure	0.242	0.048	5.17	3.36-7.94	< 0.0001
Ope time (> 120)	0.129	0.046	4.52	2.96-6.91	0.005

SE: standard error

Table 4 Comparisons of demographic and clinical data according to the site of operation

	HA group (n = 462)	KA group (n = 149)	p value
Age (year)	59.3 ± 0.5	48.4 ± 1.8	< 0.0001
Sex			
	Male [DVT (+)]	65 (22)	
	Female [DVT (+)]	84 (40)	< 0.0001
	Difference of DVT development between male & female	Significant difference of male < female (p < 0.05)	Tendency of male < female (p < 0.1)
Ope time (min)	83.5 ± 1.4	150.5 ± 4.2	< 0.0001
	DVT (+)	95.1 ± 5.6	153.4 ± 7.3
	DVT (-)	81.9 ± 1.4	148.5 ± 5.0
	Difference of operation time between DVT (+) and DVT (-) in each group	p < 0.01	NS
DVT (+)	56 (12.1%)	62 (41.6%)	< 0.0001
	The site of DVT		
	The same side as operation	25 (44.6%)	57 (91.9%)
	Contralateral or both side of lower extremity	31 (55.4%)	5 (8.1%)
			< 0.001
D-dimer	9.1 ± 0.2	7.9 ± 0.7	< 0.05

DVT: deep venous thrombosis

The average data are presented as mean ± SEM (standard error of the mean)

平均年齢は DVT 発症群の方が有意に高く [63.2 ± 1.7 vs. 55.1 ± 0.7(歳)], 男女比には有意差なし, また手術部位からみると膝関節手術群に有意に多く DVT が発症した。この他, 手術時間, D-D 値いずれも DVT 発症群の方が有意に高値であった。

DVT の発症要因について, 重回帰分析にて検討した結果の要約が **Table 3** である。回帰係数およびオッズ比から考慮すると, DVT の発症に特に影響する要因としては, 手術部位(膝関節手術), 年齢因子(年齢 > 60 歳), 長時間手術(手術時間 > 120 分)の発症リスクが高かった。

(2)手術部位による臨床像比較

DVT の発症に特に影響する因子として手術部位(股関

節手術, 膝関節手術)に着目し, 股関節手術例を HA 群 (n = 462), 膝関節手術例を KA 群(n = 149)として DVT 発症に関連してより詳細な検討を行った。結果の概要を **Table 4** に示す。それぞれの内訳は, HA 群は男性 59 例, 女性 403 例, 平均年齢 59.3 ± 0.5 歳, KA 群は, 男性 65 例, 女性 84 例, 平均年齢 48.4 ± 1.8 歳で, 平均年齢は HA 群の方が有意に高かった (p < 0.001)。これは 1) で得られた「KA 群の DVT 発症リスクが高い」「高齢者ほど DVT 発症リスクが高い」結果からみるとやや異なり, 「発症リスクが高い」KA 群の平均年齢がむしろ低いという結果であった。

HA 群についてみると, DVT は 462 例中 56 例(12.1%) に発症し, 男女別にさらに詳細にみていくと, 男性 59 例

中 2 例(3.4%)、女性 403 例中 54 例(13.4%)にみられ、女性に有意に多く発症している。一方 KA 群においては、149 例中 62 例(41.6%)に DVT 発症がみられ、これは HA 群より有意に高い発症率であった。男女別では、男性 65 例中 22 例(33.8%)、女性 84 例中 40 例(47.6%)であったが、男女間で有意差はみられなかった($p = 0.097$) (Table 4)。

DVT の発症側と手術側との関連をみると、HA 群および KA 群全体では、手術側と同側のみに発症していたものが DVT 発症 118 例中、82 例(69.5%)と多くを占めたが、一方で患側の反対側または両側に DVT が発症したのも 36 例(30.5%)みられた。この DVT の発症側は、HA 群と KA 群に大きな違いがみられ、KA 群では 62 例中 57 例(91.9%)と大部分が同側発症であったのに対し、HA 群では反対側または両側の方が 56 例中 31 例(55.4%)とむしろ多い結果であった($p < 0.001$)。D-D は、DVT 発症率の低い HA 群の方がむしろ高値となっており、これも 1) で予想された結果(DVT 発症率が高いと D-dimer も高値)とは逆の結果である。

HA 群および KA 群の手術時間による DVT 発症率は、手術部位別にみた場合はそう大きな差はみられず、HA 群では DVT 発症群の平均手術時間 95.1 ± 5.6 (分)が DVT 非発症群の手術時間 81.9 ± 1.4 (分)と有意差を認めたが($p < 0.05$)、より DVT 発症の多い KA 群では、DVT 発症群と非発症群の手術時間に有意差はみられなかった。

(3) 下肢静脈エコー法による血栓検出例の治療経過と転帰

DVT 発症 118 例のうち、術前のエコーで血栓が検出された症例、および以前の DVT 既往がある症例は計 23 例で、浮遊血栓の認められる例はなかった。プロトコール通り術後にヘパリン、ワーファリンを使用した。ヘパリン使用例のうち、輸血など追加治療を要する術後出血がみられた例はなかった。このうち、術後のエコーでも血栓を認めたのは 12 例(52.2%)であった。23 例の内訳は、男性が 5 例で、術後は 1 例に発症、女性が 18 例で術後は 11 例(61.1%)に発症した。これらのうち、KA 群の 1 例は大腿静脈に浮遊血栓を認めたためウロキナーゼを投与した。

最終的に DVT 発症 118 例のうち、術後 3 カ月でエコーの結果、投薬終了となったのは、64 例(54.2%)、抗血小板を投与したのは、46 例(39.0%)であった。また 16 例(13.6%)で 3 カ月以上のワーファリンを必要としたが、

血栓はすべてヒラメ筋静脈、腓骨静脈、腓腹筋静脈などの末梢領域であった。人工弁症例 1 例、心房細動 1 例ではワーファリンを持続投与した。肺塞栓症は 1 例も発症しなかった。

考 察

DVT は手術後、特に整形外科手術、婦人科手術の術後に多く発生し、さらに肺塞栓症の原因となっており、しばしば重篤な結果となることが知られている²⁾。肺血栓塞栓症/深部静脈血栓症予防ガイドライン¹⁾に示されているように DVT の予防、肺血栓塞栓症に至る前の早期診断が重要である。診断法としては、静脈造影が優れているが、造影剤アレルギー、造影剤の血栓誘発作用の問題があり³⁾、さらに短期間での頻回の検査はむずかしくスクリーニングの検査としては問題がある。近年、DVT 診断に対してエコーの有用性が報告されている^{4,5)}。山田ら⁶⁾は、静脈造影に対してエコー検査は感度 91%、特異度 95%で遜色はないと報告している。また呂ら⁷⁾の報告で下肢の腫脹の見られないヒラメ筋静脈の血栓が増大していき、肺塞栓症となることを報告しており、DVT の早期発見の重要性を指摘している。エコー検査はベッドサイドでも施行でき、非侵襲的、繰り返して行うことができ、スクリーニングに適していると思われ、われわれの施設でも 2004 年より導入してきた。DVT 発症率は 23.5%、股関節人工関節置換症例では 23~33%、膝関節置換症例では 44~58%と報告されており、われわれの症例では対象全体の DVT 発症率は 19.3%、股関節手術症例では 12.1%、膝関節手術症例では 41.6%であった。膝関節では形成術が多く手術内容にやや相違はあるものの、諸家の報告とはほぼ同様の結果でエコーによるスクリーニングが検出率で劣ってはいないと思われた。

今回の検討結果をみると、全体症例での検討では手術部位(膝関節手術でオッズ比 5.17)、年齢因子(60 歳以上でオッズ比 3.91)、あるいは手術時間(120 分以上でオッズ比 4.52)が発症要因に大きく影響する因子として検出された。D-D についても、もともとは血栓が線溶により溶解されていく段階で出現してくるので、DVT 発症例の方がより高値である、という結果は妥当なものである。ただ、以上の成績について手術部位別にみた場合、いさか予測と反する結果が出ている。全体でみた場合、DVT 発症率は男女とも 19.3%で差はなかったが、手術部位別にみると、股関節手術症例、膝関節手術症例とも

に女性の発症率が有意に高値あるいは高い傾向を示した(HA 群 $p < 0.05$, KA 群 $p < 0.1$)。さらに術前のエコーで血栓が検出された症例あるいは以前のDVTの既往がある症例では、男性20%の発症率に比べ、女性61.1%と半数以上で発症しており、女性患者、特に術前のエコーで血栓が検出された症例、以前のDVTの既往がある症例では、DVTに対する注意が必要である。また年齢因子については、全体症例でみた場合、高齢になるほどDVT発症リスクが高まったが、手術部位別にみると、より平均年齢の低い膝関節手術症例の方がむしろDVT発症率が高く、やはり「膝関節手術である」という手術部位の因子が年齢よりDVT発症に大きく影響すると考えられる。これはDVT発症側についての検討結果をみると、その理由がより明らかになるとと思われる。膝関節手術では出血量を減らすために、患側を圧迫止血するターニケットを全例で使用しており、その使用時間はほぼ手術時間に等しい。すなわち膝関節手術では大部分(91.9%)が患側と同側にDVT発症がみられ、やはりターニケット使用による静脈の直接圧迫が原因と考えられ、ターニケットの使用の利点である出血量の減少、視野の確保は低血圧麻酔の併用で問題ないと報告もあり⁸⁾、低血圧麻酔可能な症例ではターニケットの使用を可能な限り控えることが望ましい。一方、股関節手術では、むしろ対側あるいは両側にDVT発症が多くみられ、これらは手術による安静、凝固系の変化が考えられる。D-Dは、DVT発症の少ないHA群がむしろ高値であったが、股関節手術例では、手術侵襲の大きさにより、DVTに関与しない血栓の発症および線溶といった機序が存在している可能性がある。

われわれが今回作成したプロトコルの評価については、比較対象とするものはこれまでの文献的報告しかないため、その有用性評価については限界がある。しかし先に述べたごとく、静脈造影法と比較して血栓検出のsensitivity, specificityについては遜色ない成績が報告されている。今回のプロトコルで用いたワーファリンおよびヘパリンは、直接血栓を融解する作用はないが、新たな血栓の形成を防ぐものであり、一次血栓から進展する浮遊血栓生成の予防には有効と考えられる。全例で肺血流シンチ等を行ったわけではないため評価には限界があるが、今回の611例の検討では加療を要した肺塞栓の発症は1例も無かった。肺塞栓の原因として、特に重要視されているのが下腿の一次血栓から進展した大腿静脈

部の浮遊血栓(今回1例で発見されウロキナーゼを使用した)であることを考慮すると、頻繁に行うことのできない静脈造影より、簡便に施行できる静脈エコー法できめ細かい対応をしていく今回のプロトコルはより実用的であると思われる。

結 語

DVT発症のハイリスク群である下肢整形外科手術患者611例に対し、術前・術後に下肢静脈エコー法によるDVTのスクリーニングを行い、発症例については抗凝固療法を含む一定のプロトコルを用いて加療を行った。DVTの発症要因については、手術部位、年齢因子、長時間手術の発症リスクが高いという結果であった。発症リスクが高い膝関節手術群の平均年齢は逆に低く、むしろ性別(女性にDVT発症が多い)の要因もみられた。DVT発症が多い膝関節手術群ではターニケットの使用を可能な限り控えることが重要と考えられた。今回のプロトコルで管理した結果、術後の重大出血や肺塞栓症の発症はなかったが、大腿静脈で血栓を認めた1例でウロキナーゼによる治療を追加した。肺塞栓の原因として重要視されているのが、浮遊血栓であることを考慮すると、簡便に施行できる静脈エコー法で対応をしていく今回のプロトコルはより実用的であると思われる。

文 献

- 1) 肺血栓塞栓症／深部静脈血栓症(深部静脈塞栓症)予防ガイドライン作成委員会. 肺血栓塞栓症／深部静脈血栓症(深部静脈塞栓症)予防ガイドライン. 東京, 2004, Medical Front International Limited, 1:96.
- 2) Monreal M, Ruiz J, Olazabal A et al: Deep venous thrombosis and the risk of pulmonary embolism. *Chest*, 1992, **102**: 677-681.
- 3) Bettmann MA, Robbins A, Braun SD et al: Contrast venography of the leg: Diagnostic efficacy, tolerance, and complication rates with ionic and nonionic contrast media. *Radiology*, 1987, **165**: 113-116.
- 4) Reghavendra BN, Horii SC, Hilton S et al: Deep venous thrombosis: detection by probe compression of veins. *J Ultrasound Med*, 1986, **5**: 89-95.
- 5) Hamper UM, Dejong MR, Scoutt LM: Ultrasound evaluation of the lower extremity veins. *Radiol Clin North Am*, 2007, **45**: 525-547.
- 6) 山田典一, 藤岡博文, 矢津卓宏 他: 血栓塞栓症の原因とし

ての下肢深部静脈血栓症の診断—下肢静脈造影法と静脈エコーとの比較—. 静脈学, 1996, **7**: 23–27.
7) 呂 彩子, 景山則正, 谷藤隆信 他: 急性広範囲肺血栓症における下肢深部静脈血栓症の病理学形態学的特徴. 静

脈学, 2004, **15**: 365–369.
8) 丸著兆延, 岡本春平, 鳥島康充: ターニケットフリー, 抗凝固療法を併用した TKA における静脈血栓症 (VTE) の発生 (会議録). 日本整形外科学会雑誌, 2009, **83**: S256.

Deep Vein Thrombosis in Orthopedic Surgery of the Lower Extremity —The Value of Ultrasonic Screening and Protocols for Preventing Pulmonary Embolism—

Masatoshi Motohashi,¹ Akira Adachi,² Ko Takigami,² Keishu Yasuda,² Masayuki Inoue,³ Shigeyuki Sasaki,⁴
and Yoshiro Matsui⁵

¹Department of Cardiovascular Surgery, Hakodate Central Hospital, Hokkaido, Japan

²Department of Cardiovascular Surgery, NTT East Corporation Sapporo Hospital, Hokkaido, Japan

³Department of Orthopaedic Surgery, NTT East Corporation Sapporo Hospital, Hokkaido, Japan

⁴Division of Medical Sciences, Health Sciences University of Hokkaido, Hokkaido, Japan

⁵Department of Cardiovascular Surgery, Hokkaido University Hospital, Hokkaido, Japan

Key words: deep venous thrombosis, pulmonary embolism, ultrasonic venous screening

To prevent pulmonary embolism due to deep venous thrombosis (DVT), we have treated 611 patients undergoing orthopedic surgery of the lower extremity with our protocol including pre- and postoperative ultrasonic venous screening and anticoagulant therapy if necessary. A total of 118 patients (19.3%) developed DVT. Among demographic and clinical factors, the site of operation (knee joint surgery: odds ratio 5.17), age (> 60: odds ratio 3.91), and operation time (> 120 minutes: odds ratio 4.52) were identified to significantly influence the development of DVT. One patient received an infusion of urokinase due to DVT in the femoral vein, but no patients developed serious postoperative bleeding or pulmonary thromboembolisms. (J Jpn Coll Angiol, 2010, **50**: 95–100)