超低体温間歇的循環停止法を用いた
慢性肺血栓塞栓症（CPTE）4症例の経験

石川正敏 服部良信1) 石川隆志 山内章弘 海江田章 豊崎正人
三澤健治 櫻原和未 秋山玲奈 伊藤康宏2) 日比谷信3)

【要旨】肺高血圧症を合併した慢性肺血栓塞栓症の4症例に対し、体外循環を用いた超低体温間歇的循環停止法による両側肺動脈血栓内膜摘除術を行った。本法は分離回路などの特殊な回路構成を必要とせず、通常の体外循環のON-OFF法のみで施行可能である。全例全身麻醉下に胸臓中切開後、上行大動脈遠血、上下大動脈の2本脱血にて体外循環を開始し、中枢温15〜16℃で上行大動脈を遮断し、心筋保護を行った。その後、間歇的循環停止下にて両側肺動脈血栓内膜摘除術を行った。総体外循環時間243±15分、心停止時間157±11分、総循環停止時間64±7分であった。4症例ともに体外循環を用いることにより、血栓内膜を安全に摘除することができ、脈神経学的な合併症もなく術後症状が改善した。

Key words：慢性肺血栓塞栓症、肺高血圧症、肺動脈血栓内膜摘除術、超低体温体外循環、間歇的循環停止

I. はじめに

慢性肺血栓塞栓症（以下，CPTE）は低酸素血症や肺高血圧が進行して、最後には呼吸不全に陥る重篤な疾患である。本症の成立機序は四肢の深部静脈に形成された血栓が反復性に遊離して、肺動脈において溶解しないで陳旧化することが主因と考えられており、急性期に見られる柔かな赤色血栓と共に、淡白色で肺動脈壁に固く付着した器質化血栓である。そのため、血栓溶解療法などの内科的治療に抵抗性であり、根治療法として外科的治療が有効であると1)〜3)

CPTEの手術適応として、①内科的治療に抵抗性であること、②平均肺動脈圧（以下，mPAP）30mmHg以上、肺血管抵抗（以下、PVR）300dyne/sec/cm²以上、③肺動脈血栓が中枢性に存在すること、④重篤な合併症がないことなどが報告されおり（表1）、当院では肺動脈の閉塞形態と臨床症状を重視している。

今回我々は、CPTEに対して超低体温間歇的循環停止法を用いた両側肺動脈血栓内膜摘除術4症例を経験したので報告する。

表1 CPTEの手術適応

| 1. 内科的治療に抵抗性 |
| 2. 平均肺動脈圧 30mmHg以上 |
| 肺血管抵抗 300dyne/sec/cm²以上 |
| 3. 肺動脈内の血栓が中枢性に存在する |
| 4. 重篤な合併症が無いこと |

II. 症例および検査所見

2001年8月から2002年4月までの9ヶ月間に4症例を経験した。年齢49〜67歳（62±9歳）、全例と

図1 胸部CT所見

●藤田保健衛生大学 救命救急センター
1）同 医学部 胸部外科
2）同 衛生学部
3）藤田保健衛生大学短期大学 専攻科

体外循環技術 Vol.30 No.1 39
もに女性、身長155.8±4.8cm、体重52.4±12.7kg、体表面積1.53±0.19m²であった。

術前検査では、mPAP49±9mmHg、PVR777.8±144.9dyne/sec/cm⁻⁵であり、全例著しい肺高血圧を呈していた。また、胸部CT、肺動脈造影の検査により、全例とも中枢性に肺動脈内血栓の存在を認めた（図1,2）。動脈血流ガス分析では、動脈酸素分圧（以下、PaO₂）は51.9±3.3Torrであり高度な低酸素血症を呈していた（表2）。

III. 方法および手術所見

1. 装置および回路構成

本法は、離険回路などの特殊な回路構成を必要とせず、通常の開心術のシステムで施行した。

2. 術中モニター

中枢温は食道温と胸段温を採用し、静脈血酸素飽和度（以下、SvO₂）はMedtronic社製BioTrend™を体外循環回路の静脈側に組込み連続モニターしてい る以外は、特別なモニターは行ってはいない。

3. 手術手順

1) 胸骨正中切開後、上行大動脈血送、上大静脈（以下、SVC）・下大静脈（以下、IVC）の2本脱血にて体外循環を開始する。冷却を進めつつ右上肺静脈から左房（左室）圧を挿入し、肺動脈本幹から一時的にPA圧を挿入する。

2) 冷却中にSVCを右房（以下、RA）から無名静脈まで全周性に剝離する。左右の肺動脈前壁を右は右上肺静脈下まで、左は心膜翻転部まで剝離する。また、脳保護の目的に頭部を氷水で冷やしておく。

3) 肺動脈血栓内膜摘除：SVCと上行大動脈の間に開創箇をかけて、右肺動脈を上行大動脈の下より下葉枝の入口近くまで切開、切開はPAの中央で行う。肺動脈内に大きな器質化血栓や二次血栓があればこれを取り除き、後壁から血栓内膜摘除を開始する。剝離層を決定したら開創器を外し、中枢温が15〜16℃で上行大動脈を遮断して心

![図2 肺動脈造影所見](image)

表2 症例及び検査所見

<table>
<thead>
<tr>
<th>2001年8月から2002年4月までの9ヶ月間</th>
<th></th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>症例数</td>
<td>4例</td>
</tr>
<tr>
<td>年齢</td>
<td>49〜67歳（62±9歳）</td>
</tr>
<tr>
<td>性別</td>
<td>全例とも女性</td>
</tr>
<tr>
<td>身長</td>
<td>155.8±4.8cm</td>
</tr>
<tr>
<td>体重</td>
<td>52.4±12.7kg</td>
</tr>
<tr>
<td>体表面積</td>
<td>1.53±0.19m²</td>
</tr>
</tbody>
</table>

【検査所見】

| 平均肺動脈圧（mPAP） | 49±9mmHg |
| 肺血管抵抗（PVR） | 777.8±144.9dyne/sec/cm⁻⁵ |
| 動脈酸素分圧（PaO₂） | 51.9±3.3Torr（room air） |

*mean±SD

表3 超低温離心的循環停止法

①体温を中枢温（食道温）で15〜16℃まで冷却
②目標温に到達後、循環停止下にて血栓内膜摘除を行う

![図3 体外循環中経過](image)

筋保護液を注入する。開創器をかけ直し、開創的循環停止下でJamieson剝離子を用いて区域動脈に向かって血栓内膜摘除を続ける。1回の循環停止時間は15〜20分までとし、10分間またはSvO₂が90％以上に回復するまで全身灌流を再開する（表3）。この間に心筋保護も行う。右肺動脈の血栓内膜摘除が終了したら循環を再開して右肺動脈を縫合閉鎖する。

4) 左肺動脈血栓内膜摘除：心ネットで右側に心臓を持ち上げ、左肺動脈をベント挿入部より心膜反転部まで切開する。PAベントを右肺動脈内に
挿入、同様に剝離層が決定できたら間歇的循環停止下に血栓内膜を除去を区域動脈に向けて行う。終了したら循環再開して復温しながら左肺動脈を閉鎖する。

5）RAを開け心房中隔を検索して開口部があれば閉鎖する。三尖弁閉鎖不全は術後肺動脈圧が低下すれば軽減するので放置する。復温が完了して体外循環を終了する（図3）。

IV．結果

総体外循環時間243±15分、冷却時間46±13分、復温時間59±9分、心停止時間157±11分、循環停止回数5±1回、1回循環停止時間12±2分、総循環停止時間64±7分、再循環時間16±3分、最低食道温14.8±1.1℃であった。

全例脳神経障害などの合併症はなく、1症例は術後人工呼吸器からの離脱に1週間を要したが、ほかの症例は1〜2日後に抜管可能であった。術後にmPAPは低下し、49±9 mmHgから18±4 mmHgと著明に低下した。PVRも同様に777.8±144.9 dyne/sec/cm²から282.5±40.0 dyne/sec/cm²へ低下した。PaO₂は51.9±3.3 Torrから63.9±5.6 Torrと改善した（表4）。

V．考察

CPTEの血栓は淡白色で肺動脈壁に固く付着した器質化血栓であり、内膜摘除を伴わない血栓塞栓摘除は効果的であるが、本法では血栓内膜摘除を行う際にして剝離面の決定が重要となる。理想的な剝離面は内弾性膜と中膜の間であり、中膜の深い層に入ると薄いピンク色の外膜が見えると、肺に新たなと危険である（図4，5）。このためには無血視野を得ることも重要である。体外循環全身循環中肺動脈内に灌流する血液があり視野不良になるが、循環停止することにより良好な無血視野を得ることが可能であった。そのため、脱血の良否が重要であった（図6）。

また、超低体温循環停止時の脳障害許容時間は、20℃では30〜40分とされているが、本法において全循環停止時間が60分前後に拘らず脳神経学的合併症が1例もなかったことは、間歇的循環停止で1回当たりの循環停止時間を15〜20分までとし、10分間またはSvO₂が90%以上に回復するまで全身灌流を再開した結果と考えられる。そのため、迅速かつ的確な全身灌流を得ることも重要であった。

本法は、分離回路などの特別な回路構成を必要とせず、通常の体外循環のON・OFF法のみで施行可能である。
能な簡便な方法であるが、体外循環の ON・OFF 時の鉗子操作が煩雑になり注意が必要であった。また、術後合併症の一つとして挙げられる肺出出血に対して、経皮的肺補助(PCPS)を用いて出血をコントロールする場合もあり、迅速な対応をとる体制も必要である。そして、体外循環時間の短縮のために医師と充実なコミュニケーションをとり、各スタッフがこの手術手技に対して十分理解することが重要であると考えられた。

VI. 結語

① 肺動脈血栓が中心性に存在するCPTE 4症例に対し、超低温間歇的循環停止法を用いた両側肺動脈血栓内膜摘除術を行った。

② 本法は、分離回路などの特別な回路構成を必要とせず、通常の体外循環の ON・OFF 法のみで施行可能な簡便な方法であった。

③ CPTE の外科的手段の補助手段として体外循環を用いることより安全に摘除することができ、術後症状は著明に改善した。

●参考文献

1）安藤太三，高木真一，川島康生，ほか：肺動脈栓症に対する外科的治療成績の検討、日胸外会誌、44(4)：505-510，1996。

2）安藤太三，田邁，若満 優，ほか：肺高血圧症を合併した慢性肺動脈栓症に対する外科治療成績、静脈学、12(3)：217-223，2001。

3）安藤太三：肺動脈栓症の外科的治療、循環器 Today、1(11)：1301-1308，1997。

4）原澤道美，松宮恒夫：ハイエック肺、東京、廣川書店、1998，p. 302-312。

5）阿部隆雄：最新人工心肺、初版，愛知，名古屋大学出版協会，1999，p. 80-85，177-178。

【本論文は、第 28 回日本体外循環技術研究大会にて報告した。】