

原著

Swan-Ganz カテーテルの挿入の長さ および留置したカテーテル先端の移動

—挿入部位による相違の比較検討—

鈴木利保* 杵淵嘉夫* 三浦正明*
滝口 守* 山崎陽之介* 山本道雄*

要 旨

Swan-Ganz カテーテル (PAC) を挿入した98例の臨床例で、右内頸静脈、左内頸静脈、右尺側皮静脈を刺入部位とした際の右室圧及び肺動脈楔入圧が得られるまでの挿入距離を計測した。さらに、胸部X線で12時間後のカテーテル先端の位置移動を観察した。右内頸静脈、左内頸静脈、右尺側皮静脈から右室圧測定部位までは、それぞれ 25.4 ± 1.52 , 27.8 ± 1.19 , 53.1 ± 3.09 cm, 肺動脈楔入圧測定部位までは 43.6 ± 2.07 , 47.6 ± 1.74 , 73.5 ± 2.57 cm であった。右尺側皮静脈からの距離 Y は身長 X と正の相関関係を示し、右室圧測定部位までの挿入長は $Y = 0.336X - 0.719$ cm ($r = 0.77$) であった。肺動脈楔入圧測定部位までの挿入長 Y は身長 X と相関し、 $Y = 0.318X + 22.62$ cm ($r = 0.88$) であった。12時間後の胸部X線上、内頸静脈群ではその約80%が1 cm 前後の肺動脈末梢への移動であったが、尺側皮静脈群では約75%で3 cm 以上の先進が認められパーマネントウエッジとなる可能性が高いと考えられた。

はじめに

Swan-Ganz カテーテル (PAC) による肺動脈損傷の原因としては、挿入時の損傷に起因するものや、留置する時間の経過と共に先端が末梢に向けて先進して動脈壁を侵食したり内腔を閉塞するこ

とが知られている。この損傷機序のものでは挿入部位 (右内頸動脈、左内頸動脈、右尺側皮静脈) が異なると血管内に延びたカテーテルの長さが変わり、長いほど延長または先進しやすいと考えられる。PAC は圧波形を指標として挿入するが、挿入部位から右室、肺動脈までの距離や、留置中カテーテルの先端の先進が予測できればこれら合併症の防止の一助となると考えられる。今回右内頸静脈、左内頸静脈、右尺側皮静脈から右室圧、ならびに肺動脈楔入圧を得るまでの距離および留置した PAC の先端の末梢への移動について検討を行った。

対象と方法

肝切除術、脾頭十二指腸切除術、食道亜全摘術など術中術後に綿密な管理を必要とする症例は PAC 挿入の適応としている。昭和63年4月より平成元年7月31日までの計98人に PAC を使用した。挿入部位は右内頸静脈26例、左内頸静脈56例、右尺側皮静脈16例の3群である (表1)。PAC の挿入は、麻酔導入後、経皮的穿刺で行った。内頸静脈は Kaplan の central route¹⁾ により、尺側皮静脈は右肘関節部より挿入した。圧モニタリングで右室圧を確認したところでいったん前進を止め、引抜いて三尖弁の手前まで戻し、再度入れ直して右室波形を認める最短の距離を測定した。さらに、PAC を進めて肺動脈楔入圧を得た点が右肺動脈の中枢に位置した症例についてのみ、皮膚からの距離を測定する対象とした。また、挿入直後および12時間後に PAC の先端を確認するた

*東海大学医学部麻酔科学教室

め、胸部X線写真を撮影して、その位置変化を観察した。また血管内に留置された PAC は時間経過と共に延びる可能性があるので、6種類の PAC を、室温(22℃)から40℃の間で24時間保温した時の延び率を測定した。

結 果

表1に示すごとく、各群間の年齢、身長、体重に有意差は認められなかった。表2に示すごとく右内頸静脈、左内頸静脈、右尺側皮静脈から右室までの距離は、それぞれ 25.4±1.5, 27.8±1.2, 53.1±3.1 cm (平均±標準偏差)であった。肺動脈楔入圧が得られるまでの距離はそれぞれ43.6±2.1, 47.5±1.7, 73.5±2.6 cmであった。尺側皮静脈の右室圧、肺動脈楔入圧が得られるまでの距離Yは身長Xと正の相関関係を示し、右室圧測定部位までの挿入長は $Y=0.336X-0.719$ cm ($r=0.77$) であり、肺動脈楔入圧測定部位までの挿入長 $Y=0.318X+22.62$ cm ($r=0.88$) であった。内頸静脈群では身長に関係無く挿入長は、ほぼ一定であった。12時間後の PAC 先端の末梢への位置関係は表3のごとく内頸静脈群では、約80

表1 背景因子

	右内頸静脈群 (n=26)	左内頸静脈群 (n=56)	右尺側皮静脈群 (n=16)
年 齢(歳)	24~81 (56±14.1)	24~73 (62.8±12.2)	44~78 (59.7±10.6)
性 別	男性 15 女性 11	男性 42 女性 14	男性 14 女性 2
身 長(cm)	161.6±7.9	160.9±6.9	160.0±7.1
体 重(kg)	57.5±8.7	53.2±8.1	53.9±10.5

表2 スワングアンツカテーテルの挿入部位からの距離 (cm) (平均±標準偏差)

挿入部位	右 室	肺動脈楔入圧
右内頸静脈 (n=26)	25.4±1.5	43.6±2.1
左内頸静脈 (n=56)	27.8±1.2	47.5±1.7
右尺側皮静脈 (n=16)	53.1±3.1	73.5±2.6

表3 スワングアンツカテーテルの挿入12時間後のカテーテル先の移動

	挿入長	3 cm以内	3 cm以上	True wedge
右内頸静脈 (n=14)	10(71%)	1(7%)	3(21%)	2(14%)
左内頸静脈 (n=24)	18(75%)	4(17%)	2(9%)	なし
右尺側皮静脈 (n=12)	1(8%)	2(16%)	9(75%)	6(50%)

表4 のびの温度係数 (mm/cath/℃)

A	社	1.10
B	社	0.83
C	社	0.55
D	社	0
E	社	0
F	社	0

(n=2)

%が1cm前後の先進に止まっているのに対し、尺側皮静脈群では約75%が3cm以上先進しており、パーマントウエッジも半数に見られた。In vitro で27℃から40℃の間で温度変化させた時の PAC の伸び率は表4に示すように全く伸びないものと110cmあたり1.5cm以上も伸びた PAC があった。

考 察

PAC の合併症の一つとして肺動脈損傷²⁾⁻⁵⁾、肺梗塞⁶⁾⁻⁷⁾が報告されている。肺動脈損傷は、カテーテルが深くはいりすぎて細い動脈に挿入された場合に起こりやすいといわれている。これらを防ぐために刺入部から右室圧、肺動脈楔入圧を得るまでの距離の標準値を知ることや、留置したカテーテルの先端の経時的な位置の変化を知ることが望ましい。今回の症例では内頸静脈群は体格による差は少なく、身長と肺動脈楔入圧が得られるまでの距離との間に相関関係は認められなかった。この群では右室までの距離は22~28cmであり30cm以上の症例はわずか左内頸静脈群の3%にすぎず、肺動脈楔入圧が得られるまでの距離は42~48cmであり50cm以上の症例はやはり左内頸静脈の6%にすぎなかった。すなわち右室圧

を得るまでの距離は 30 cm, 肺動脈楔入圧を得るまでの距離は 50 cm 以内であり, この距離を大幅に越えている場合は, たるみがあったり, ループを作っていると考へて, カフを虚脱させて再度入れ直すか, 胸部 X 線写真で PAC の状態を確認するべきであろう。今回の成績は右内頸静脈穿刺で肺動脈楔入圧までの距離を平均 44 cm とする海江田らの報告⁸⁾ や 45 cm とする Fibuch らの報告¹⁰⁾ とほぼ一致する。左内頸静脈からの距離の報告は少ないが, 今回の成績では右内頸静脈群よりも約 4 cm 長く, 解剖学的に見ても妥当な数字であろう。尺側皮静脈群は平均 79 cm とする報告⁹⁾ や, 約 70 cm であるとの報告¹¹⁾ があるが, 刺入部位で若干の誤差があるのであろう。今回の成績は右肘関節部より挿入した症例の平均値であり 73.5 cm である。尺側皮静脈の挿入長は, 身長と相関するので今回得られた相関係数を用いることがすすめられる。PAC 先端の経時的な先進は以前から指摘されており, 挿入例の 26% が肺末梢へ先進し, 7% に肺梗塞を起こしたとする報告もある⁶⁾。また PAC の先進は挿入の 12 時間以内に起こることを指摘した報告¹²⁾ もあるので, 今回は PAC 挿入 12 時間後の胸部 X 線写真を観察した。PAC 先端の先進に影響を与える因子として, (1) 温度変化による PAC の伸び, たるみ, 硬さの変化⁴⁾, (2) 心臓操作や人工心肺中の脱血による心容積の減少などがあげられる。Barash らは³⁾ 人工心肺中の低体温による PAC の硬化を指摘している。右室内のカテーテルループが小さくなると PAC の先端を先進させ¹³⁾, PAC 挿入時に作られたたるみが急激な心臓の縮小, 脱血 (とくに人工心肺例) によってなくなり先進する³⁾。バルーンの膨張, 虚脱を繰返すと, 先端がより末梢に移動することが報告されている¹²⁾。また今回の結果から血管内に留置された PAC は時間経過と共に伸びる可能性もあり, 種々の PAC の物理学的特性を知ることが重要である。伸びやすい A 社の PAC を使用すると尺側皮静脈群は, 平均 75 cm 血管内に留置されているので 1 cm 前後カテーテルが伸びていることになり, PAC の硬さや撓みと共に PAC の末梢への先進に影響を及ぼしているであろう。内頸静脈群での PAC の伸びは 0.5 cm 前後であると考えられる。実際ほとんどの症例で 1 cm 前後の先進に止まっているの

は, 挿入長が短いのに加えて解剖学的に心臓に対して直線的で尺側皮静脈群に比してたるみが少ないためであろう。今回の結果から次の点に留意すれば PAC による合併症を減らすことが出来ると考えられる。(1) 各刺入部からの長さを予想して挿入長が長い場合は, 必ず胸部 X 線写真で確認する。(2) 温度変化で伸びる PAC を使用し, 留置距離の長い尺側皮静脈から挿入する場合は, PAC 先端が主肺動脈に位置するよう浅めに留置すべきで, 経時的に胸部 X 線撮影で PAC 先端の位置を確認する。

文 献

- 1) Kaplan JA, Miller ED: Internal jugular vein catheterization-Anesthesiol Rev May: 21-23, 1976.
- 2) Chan GM. H. Ellestad, MH: Perforation of the pulmonary artery by a Swan Ganz catheter. N Engl J Med 284: 1041-1042, 1971.
- 3) Barash PG, Nardi D, Hammond G: Catheter-induced pulmonary artery perforation. J Thorac Cardiovasc Surg 82: 5-12, 1981.
- 4) Golden MS, Pinder T Jr, Anderson WT et al: Fatal pulmonary hemorrhage complicating use of a flow-directed balloon-tipped catheter in a patient receiving anticoagulant therapy. Am J Cardiol 32: 865-867, 1973.
- 5) 鈴木利保, 柁淵嘉夫, 田島英雄他: Swan-Ganz カテーテルによる肺動脈損傷の 1 症例. 臨床麻酔 13: 1147-1148, 1989.
- 6) Foote GA, Schabel SI, Hodges M: Pulmonary complication of flow-directed balloon-tipped catheter. N Engl J Med 290: 927-931, 1974.
- 7) Katz JD, Cronau LH, Barash PG, Mandel SD: Pulmonary artery flow-guided catheters in the perioperative period. JAMA 237: 2832-2834, 1977.
- 8) 海江田今次, 井上清一郎, 和気幹子他: 内頸静脈穿刺による Swan-Ganz カテーテル挿入の長さ. 臨床麻酔 8: 445-449, 1984.
- 9) 岸 義彦, 北村 豊, 奥 史郎他: 肺動脈カテーテルの挿入および合併症の検討. 臨床麻酔 8: 445-449, 1984.
- 10) Fibuch EE Tuohy GF: Intracardiac knotting of a flow-directed balloon-tipped catheter. Aneth Analg 59: 217-219, 1980.
- 11) 左利厚生, 野並芳樹, 丹山 桂他: Swan-Ganz カテーテルの胸腔内分布. ICU と CCU 2: 87-88, 1978.
- 12) Johnston WE, Royster RL: Influence of balloon inflation and deflation on location of pulmonary artery catheter tip. Anesthesiology 67: 110-115, 1987.
- 13) Muller BJ & Gallucci A: Pulmonary artery catheter induced pulmonary artery rupture in patients undergoing cardiac surgery. Can Anaesth Soc J 32: 258-264, 1985.

Swan-Ganz catheters: distances from the site of insertion to the right ventricle and pulmonary artery, and forward displacement of catheter tips

Toshiyasu Suzuki, Yoshio Kinefuchi, Masaaki Miura,
Mamoru Takiguchi, Yonosuke Yamasaki and Michio Yamamoto

Department of Anesthesiology, Tokai University Hospital

The distances to the right ventricle and to the pulmonary artery from the site of insertion of a Swan-Ganz catheter, were measured in 98 patients during perioperative periods.

The insertion sites were the right and left jugular veins and the right basilic vein. The distances from the insertion sites to the tip of the catheter in place in the right ventricle were: a) right jugular vein, 25.4 ± 1.5 cm; b) left jugular vein, 27.8 ± 1.2 cm; and c) right basilic vein, 53.1 ± 3.1 cm. The distances to the pulmonary artery were 43.6 ± 2.1 cm, 47.6 ± 1.7 cm, and 73.5 ± 2.6 cm, respectively. The

distance Y from the right basilic vein to both the right ventricle and pulmonary artery showed a positive correlation with the patient's height (X) ($Y = 0.336X - 0.719$ cm ($r = 0.77$)).

Chest X-rays taken 12 hours after catheter insertion showed a 1 cm forward displacement of the catheter tip in the jugular vein, and more than 3 cm displacement in the basilic vein. These findings will be helpful in preventing too deep insertion of the catheters and possible untoward consequences related to inserted catheters.

Key words: Swan-Ganz catheter, forward displacement