日消外会誌　27（5）：999～1006，1994年

原　著

食道癌術後の循環呼吸動態に対する加齢および輸液量の影響

鹿児島大学第1外科，同　手術部*

草野　力　馬場　政道　実　操二
熊之細　透　白尾　一定　夏越　祥次
福元　俊孝　愛甲　孝　吉中　平次*

右開胸による食道癌切除を行った69例について，年代別に59歳以下（24例），60～69歳（32例），70歳以上（13例）の3群に分けるとともに，術中から術後2日目までの輸液量別に，80ml/kg/day 未満，80～119ml/kg/day, 120ml/kg/day 以上の3群に分けて術後早期の循環呼吸動態に対する加齢および輸液量の影響を検討した．年代別の循環動態では70歳以上で術後早期の心機能低下や肺循環の異常が明らかであった．術当日の循環動態は，59歳以下では normal type 79%に対して60歳以上では34%と有意に低率であり，hypovolemia type や cardiac failure type が高率であった．59歳以下では，輸液量の多い群において循環動態は hyper dynamic となり呼吸係数も輸液の少ない群に比べて有意に低かった（$p<0.05$）．しかし，60歳以上の輸液の多い群では，むしろ心機能抑制の傾向となり，呼吸係数も高い傾向であった．以上，食道癌術後の年代別循環呼吸動態の相違を勘案すると，輸液管理の面からは60歳をリスク年齢の目安とするのが妥当と思われる．

Key words: postoperative infusion of esophageal cancer, postoperative hemodynamics and respiration, Swan-Ganz catheter

はじめに

食道癌患者に対する術中から術後早期にかけての輸液量と循環呼吸動態の変動に関する諸家の報告には，しばしば大きな差異があり，輸液の基本方針も dry side とするか wet side とするかについても全く相反する主張がみられる現状である[1)~7)]．しかし，年齢と輸液量の2つの観点から検討した報告は少なく，年齢別管理の必要性の有無や輸液管理の面から risk 年齢をどこに設定すべきかについて信頼性のある見解は得られていない．そこで年齢別および輸液量別に周術期の循環呼吸動態を検討した結果，若干の知見をえたので報告する．

対象と方法

1988年8月から1991年3月までの期間に右開胸開腹によって胸部食道癌切除を行った78例のうち術後7日以内に重篤な合併症を認めなかった69例を対象とし，年齢，輸液量別の循環呼吸動態を検討した．全例に手術2週間前より各種呼吸訓練を施行した．術中は硬膜外麻酔を併用した吸入麻酔を行い，開胸時には double lumen チューブにて分離肺換気を行った．開胸側の換気は High Frequency Jet Ventilation（HFV：2～3 Hz, 1～1.5kg/cm²）を用い，左右の換気モードは動態血酸素飽和度（Sa_{O_2}），混合静脈血酸素飽和度（Sv_{O_2}）を持続モニターし至適条件を設定した．なお，術後4日目までは Dopamine 2～3μg/kg/min の持続投与を行った．

Table 1　Distribution of the patients

Age(years)	≦59	60～69	≧70
A group	12 (68.0±6.9)	8 (70.2±6.7)	7 (70.6±8.1)
B group	12 (98.2±12.8)	19 (97.6±8.5)	6 (95.1±11.2)
C group	0	5 (132.1±9.3)	0

(M±SD ml/kg/day)

*Infusion volume from the operation to the second postoperative day
A group: less than 80 ml/kg/day
B group: 80～119 ml/kg/day
C group: more than 120 ml/kg/day

＜1994年1月12日受理＞別刷請求先：草野　力
〒890　鹿児島市桜ケ丘町8－35－1　鹿児島大学医学部第1外科

Table 2　Variables of hemodynamics and respiration

Heart rate(HR, beat/min)	Direct measurement
Mean arterial pressure(MAP, mmHg)	Direct measurement
Right atrial pressure(RAP, mmHg)	Direct measurement
Mean pulmonary arterial pressure(mPAP, mmHg)	Direct measurement
Pulmonary arterial wedge pressure(PAWP, mmHg)	Direct measurement
Cardiac index(CI, litter/min/m^2)	Direct measurement
Left ventricular stroke work index (LVSWI, g•m/beat/m^2)	LVSWI=(MAP−PAWP)×CI/HR×0.0136
Systemic vascular resistance (SVR, dynes-sec/cm^5/m^2)	SVR=79.92×(MAP−RAP)/CI
Pulmonary vascular resistance (PVR, dynes-sec/cm^5/m^2)	PVR=79.92×(mPAP−PAWP)/CI
Respiratory Index(RI)	$RI=A\text{-}aDO_2/PaO_2$ $A\text{-}aDO_2=P_AO_2-PaO_2$ $P_AO_2=P_IO_2\frac{1-F_IO_2(1-R)}{R}$ • R=0.8

年齢は59歳以下（36～59歳）の24例，60～69歳の32例，70歳以上（70～80歳）の13例に分けた．輸液量は輸血，蛋白製剤などのすべてを含めて算出した．手術開始から術後3病日午前6：00までの累積輸液量を1日当たりに換算して，80ml/kg/day未満をA群，80～119ml/kg/dayをB群，120ml/kg/day以上をC群とした(**Table 1**)．なお，各群の術翌日午前6：00から術後2日目午前6：00までの輸液量は，A群：48.1±8.3ml/kg/day，B群：71.3±13.0ml/kg/day，C群：81.5±9.3ml/kg/dayであった．循環諸量および呼吸係数の測定は，Swan-Ganz catheter（7F, Baxter社製）を用い，術前日から術後5病日まで行った(**Table 2**)．さらに，個々の症例における循環動態を元木ら[2)]のhemodynamogramに準じてnormal type（CIとPAWPが正常範囲にあるもの），hypovolemia type（低CIと低PAWP），cardiac failure type（低CIで高PAWP），hyper dynamic type（高CIと低PAWP），overhydration type（高CIと高PAWP）の5型に分類し，その判定は3名の医師により行った．有意差の判定はStudent t検定，χ^2検定を用いp<0.05を有意差ありとした．

対象の術前の背景因子は，70歳以上は69歳以下に比べ，prealbuminとOKT4/8比が有意に低く，腎機能障害の頻度も高かった(**Table 3**)．術中の諸因子については，出血量，術中輸液量，出納バランスなどは年代別に有意差を認めなかった．しかし，70歳以上では手術時間，新鮮凍結血漿投与量は有意に少なく，3領域郭清の頻度も低い傾向にあった(p<0.05, **Table 4**)．

Table 3　Preoperative detailes of the patients

Age(years)	≦59	60～69	≧70
No. of patients (cases)	24	32	13
Age (year)	53.5±5.5	64.3±2.6	73.4±3.1
PNI (Onodera, Index)	55.8±5.2	54.8±7.0	51.5±9.1
RBP (mg/dl)	3.6±1.1	3.8±1.3	3.2±0.9
prealbumin (mg/dl)	26.7±5.8	24.2±6.3	20.1±5.2
PHA (mg/dl)	250±94	231±53	193±61
OKT4/8	1.6±0.5	1.5±0.4	1.1±0.4
Vital capacity (l)	3.5±0.7	3.3±0.6	3.0±0.3
FEV% (%)	76.4±10.9	70.4±9.4	72.3±8.4 (M±SD)
abnormal ECG (%)	12.5	12.5	38.5
renal dysfunction (%)	4.2	21.9	47.1

*p<0.05, **p<0.01

結　果

1．年齢別の循環諸量と呼吸係数

1）PAWP（肺動脈楔入圧），LVSWI（左室仕事係数），CI（心拍出係数）

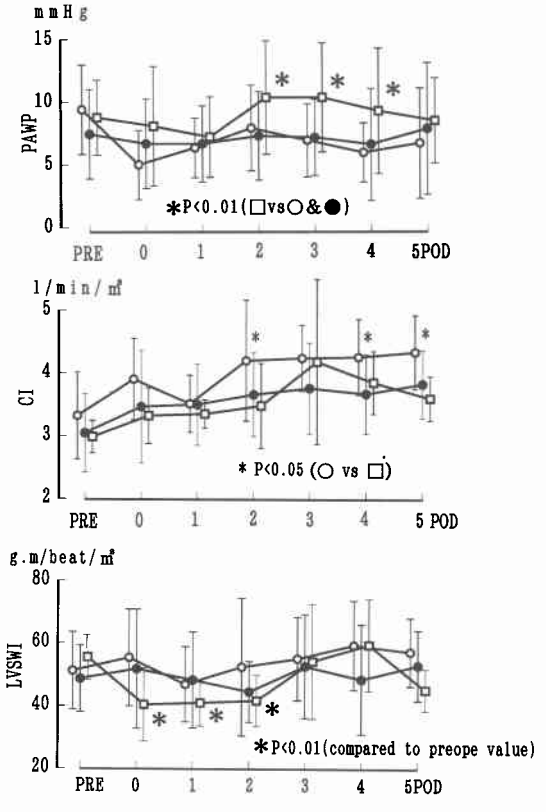
70歳以上では術後2～4病日のPAWPは69歳以下より有意に上昇し，術直後から2病日までのLVSWIも術前値の72%に有意に低下した（p<0.01）．一方，CIはいずれの年齢層でも術前値に対し増加が認められたが，とくに59歳以下では術後2，4，5病日に70歳以上の症例より有意に高かった（p<0.05, **Fig. 1**）．

Table 4 Details of the patients during operation

Age(years)	≦59	60～69	≧70
Cases with 3-field lymphadenectomy	19/24(79.2%)	26/32(81.2%)	7/13(53.8%)
Operation time (hr)	6.4±1.1	6.9±1.3	5.9±1.3*
Bleeding volume (ml)	1,645±709	1,874±823	1,570±676
Blood infusion volume (ml)	1,226±1,165	1,318±899	1,108±753
Fluid intake (ml/kg/hr)	11.7±3.7	13.3±3.4	12.2±2.4
Fluid balance (ml/kg/hr)	+6.2±1.8	+6.7±2.0	+6.7±2.1
FFP volume (ml/kg)	9.5±3.7	9.1±4.2	5.7±2.9*

*p<0.05 (M±SD)

Fig. 1 Serial change of PAWP, LVSWI, CI. according to the Age years
○——○：≦59
●——●：60－69
□——□：70≦



2) mPAP(平均肺動脈圧), PVR(肺血管抵抗), SVR(体血管抵抗), RI(呼吸係数)

mPAP は年齢にかかわらず術直後には術前値より12～28%上昇し，1病日には術前値に復した．しかし，70歳以上では2病日に再び上昇し，69歳以下の症例との間に有意差がみられた（$p<0.05$）．また，PVR も mPAP と同様の経過を示し，70歳以上では2病日に有意に上昇した（$p<0.05$）．一方，SVR と RI は術前から5病日にかけて年齢による有意の差は認められなかった（**Fig. 2**）．

2. Hemodynamogram からみた循環動態

術直後に normal type と診断された症例の頻度は，59歳以下の24例中19例（79%）に対し，60～69歳では32例中11例（34%），70歳以上では13例中6例（46%）と有意に少なかった（$p<0.01$）．しかし，この有意の差は術後2病日には認められなくなった．また術直後の hypovolemia type の頻度は59歳以下の12.5%に対して，60歳以上では30%以上に認められた．Cardiac failure type は術直後，2病日ともに59歳以下では認められなかったが，60歳以上の症例では cardiac failure type が出現し，術後2病日では60～69歳で13%，70歳以上で23%に認められた（**Table 5**）．

3. 輸液量を加味した循環呼吸動態

1) PAWP, CI, LVSWI

59歳以下のA群の PAWP はB群より高く推移し，1病日では有意差を認めた（$p<0.05$）．しかし，60歳以上ではB群の PAWP が逆に高く推移し，とくに70歳以上の術後5日目にはB群が有意に高くなった．60～69歳のC群では0，1病日には低下した後，3病日以降は上昇して4病日にはA，B群に対して有意に高い値を呈した（$p<0.05$, **Fig. 3**）．一方，CI については59歳以下では術後5日間をとうしてB群が高い値となり，術当日と5病日では有意差を認めた（$p<0.05$）．しかし，60歳以上ではA，B群の推移に明らかな差異を認めなかった．また60～69歳のC群では0，1病日に低下の傾向を示した（**Fig. 4**）．さらに，LVSWI も CI と同様の傾向を示した．すなわち，59歳

Fig. 2　Serial change of mPAP, PVR, SVR and RI
○—○：≦59,　●—●：60−69,　□—□：70≦

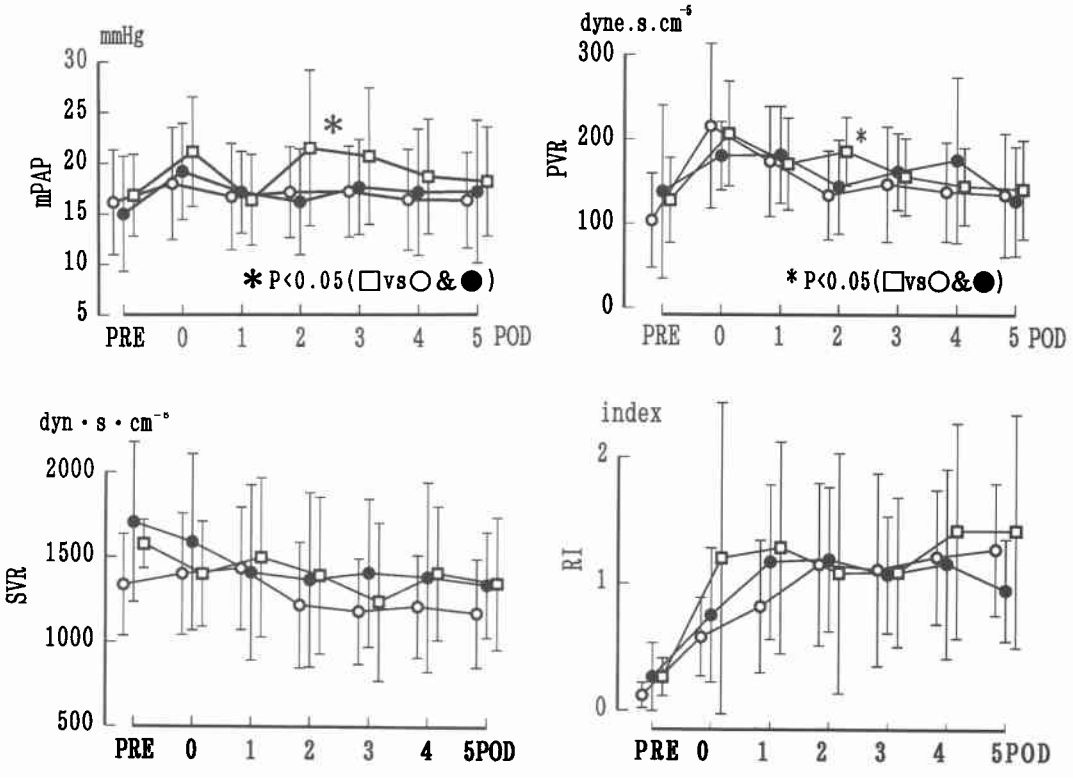


Table 5　Distribution of hemodynamic pattern

	type	Normal	Hypovolemia	Cardiac failure	Hyper dynamic	Over hydration
	years					
0POD	≦59	19/24(79.2%)	3/24(12.5%)	0	2/24(8.3%)	0
	60～69	11/32(34.4%)	11/32(35.3%)	6/32(18.8%)	1/32(3.1%)	2/32(6.3%)
	≧70	6/13(46.2%)	4/13(30.8%)	3/13(23.1%)	0	0
2POD	≦59	20/32(83.3%)	1/24(4.2%)	0	0	2/24(8.3%)
	60～69	22/32(68.8%)	3/32(9.4%)	4/32(12.5%)	0	2/32(6.3%)
	≧70	6/13(46.2%)	2/13(15.4%)	3/13(23.1%)	0	2/13(15.4%)

以下のB群のLVSWIは術直後A群より有意に高くなり（$p<0.01$），5病日まで高値であった．これに対して，60歳以上では術後2病日と4あるいは5病日にA群が有意に高値であった（$p<0.05$, **Fig. 5**）．

2）RI

59歳以下のRIはA，B群はともに術直後より上昇し，術後1，3，4病日ではA群の方がB群より有意に高値であった（$p<0.05$）．60～69歳では術直後はB群0.58±0.35に対してA群0.95±0.5であったが，以後の推移には有意差は認められなかった．70歳以上のB群のRIは術直後に最高値2.2まで上昇し，A群に対して有意に高値であり，1病日以降もA群より高値で推移した．なお，60～69歳のC群では2，3，4病日に平均値1.7～2.1と高値を示した（**Fig. 6**）．

考　察

食道癌患者は高齢者が多く，とくに70歳以上では術前の栄養状態，呼吸機能の低下に加えて術後の腎機能障害，循環，呼吸器系の合併症が多く，高齢者に対す

Fig. 3 Serial change of PAWP. according to the infusion volume
○——○ : A group (Less than 80ml/kg/day)
●——● : B group (80～119ml/kg/day)
□——□ : C group (more than 120ml/kg/day)

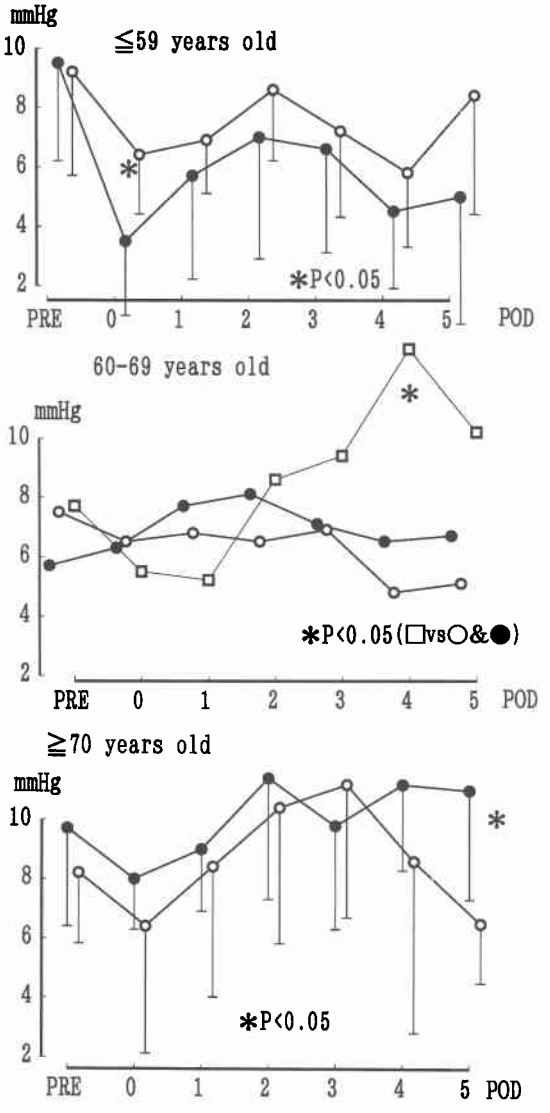
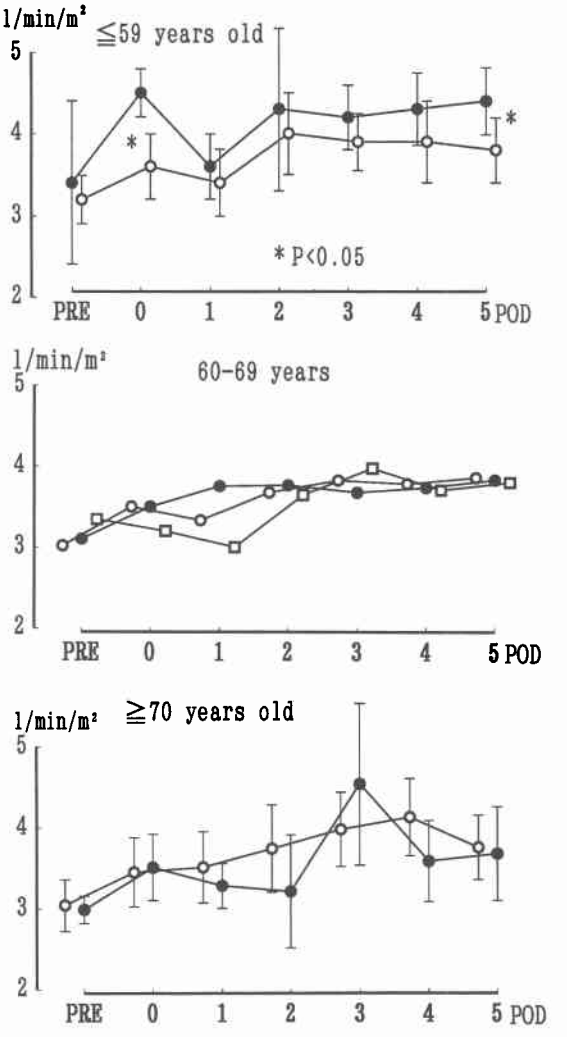


Fig. 4 Serial change of CI. according to the infusion volume
○——○ : A group (Less than 80ml/kg/day)
●——● : B group (80-119ml/kg/day)
□——□ : C group (more than 120ml/kg/day)



る輸液管理の重要性が指摘されている[8)9)]．今回の対象例でも70歳以上では術前のプレアルブミン値，OKT4/8比の低下と心電図異常，腎機能障害が高率に認められた．また，70歳以上では3領域郭清を手控えた傾向があるにも拘らず，術後早期より左心機能の低下や肺血管抵抗の上昇も認められていた．これらを考慮すると，70歳以上の高齢者では術前後の予備力の低下は明らかと思われる．

元木ら[10)11)]のCIとPAWPを指標とした血行動態分類は個々の患者に応じた循環動態を把握する手段として有用である．この分類に準じて対象例をみると，術直後のnormal typeの頻度は59歳以下の79%に対して60歳代では34%と減少し，逆にhypovolemiaの頻度は59歳以下の12%に対して，60歳代では35%と増加していた．さらに，59歳以下ではみられなかったcardiac failure typeが60歳代では19%に認められた．こ

Fig. 5 Serial change of LVSWI. according to the infusion volume
○——○：A group (Less than 80ml/kg/day)
●——●：B group (80～119ml/kg/day)
□——□：C group (more than 120ml/kg/day)

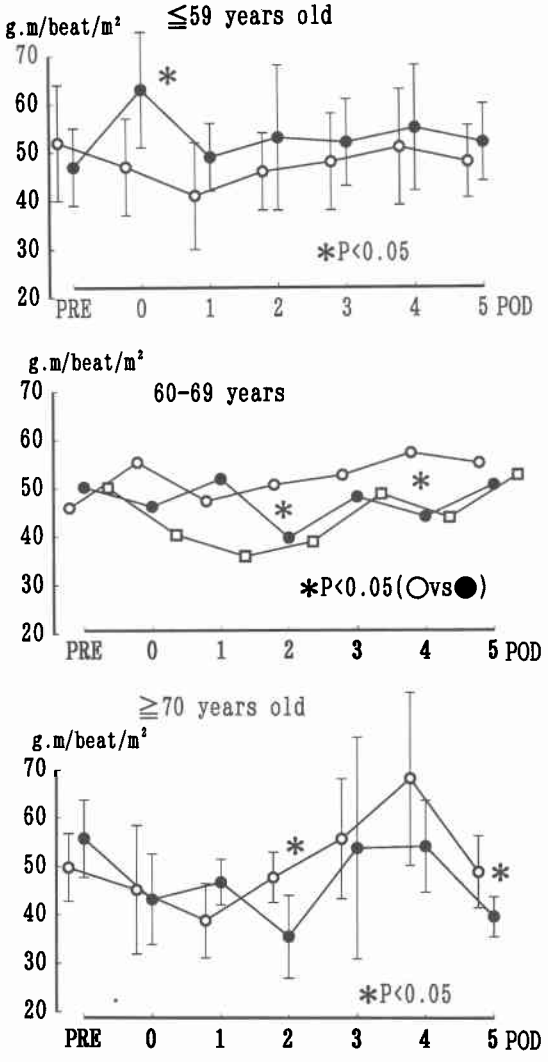
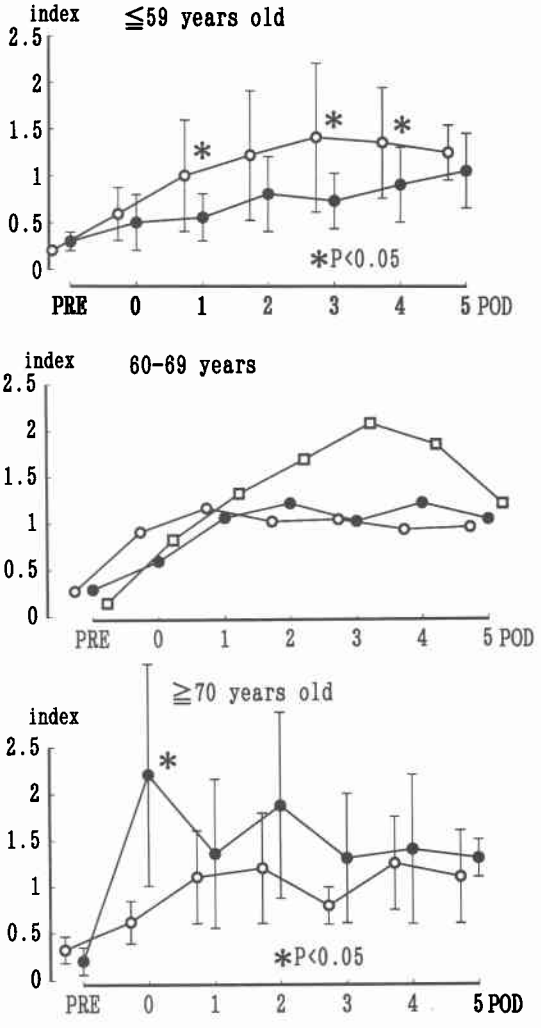


Fig. 6 Serial change of RI. according to the infusion volume
○——○：A group (Less than 80ml/kg/day)
●——●：B group (80～119ml/kg/day)
□——□：C group (more than 120ml/kg/day)



のような傾向は術後2病日においても同様であり，60歳以上という年代において術後早期の循環動態が大きく変化することに留意する必要がある．

通常，食道癌術後の循環動態は術後1～2病日をピークとして変動し[12]，これが術後3～4病日の呼吸動態とも密接な関連を有することを考慮すれば[13][14]，それ以前の術中から術後2日目までの輸液量は重要な意味をもつと考えられる．本論文の対象とほぼ同一時期に作成した我々の輸液プロトコールでは術直後より術後2日目までは，60～70ml/kg/dayの投与を基本方針とし十分量の輸液による循環動態の安定を主眼としている．しかし，実際には麻酔医や主治医の判断で適時輸液が施行され，術中輸液量は4.7～25.2ml/kg/hr，1病日27～107ml/kg/dayが投与された．篠沢ら[2]は術日に3ml/kg/hr，1病日には60ml/kg/dayの投与によるwet sideの輸液を提唱している．一方，西ら[6]は術中輸液量10ml/kg/hr以上，術後輸液量50ml/kg/day以上では肺合併症が多かったと述べ，さらに辻中ら[4]も，術後1～3病日の輸液量が経過良好例では50～53

ml/kg/day の dry side であったのに対して，肺合併症例では61～78ml/kg/day と多かったとしている．しかし，これらの報告ではいずれも年齢の因子は加味されていない．このような controversial な状況は，60歳を境に循環動態が大きく変動することに起因している可能性があり，循環呼吸動態の適切な把握のためには年代別に輸液量を検討する必要がある．

手術開始から術後3病日早朝までの3日間に投与された輸液量を1日あたりに換算して，80ml/kg/day 未満，80～119ml/kg/day, 120ml/kg/day 以上の3群に分けると，それぞれの術後1病日の輸液量は48.1±8.3 ml/kg/day，71.3±13.0ml/kg/day，81.5±19.3ml/kg/day であり，前者は dry side，後者は wet side として捉えられる．さらに，これを年代別に検討すると，59歳以下の wet side 輸液では hyperdynamic な循環動態を呈し，呼吸係数も dry side 輸液に比べて低値で経過した．すなわち術後早期の十分な輸液による循環動態の安定あるいは亢進は，組織への十分な酸素供給による細胞障害の防止[15]や呼吸動態にも良好に作用すると考えられ，wet side 輸液の有用性が示唆された．これに対して，60歳以上の wet side 輸液では輸液量に応じた CI や LVSWI の上昇がみられず，refilling 期には overhydration に近い状況であり，wet side 輸液の効果は明らかではなかった．術後3病日早朝までの輸液量が120ml/kg/day 以上の症例は，60～69歳の5例のみであった．これらの症例では，術直後に PAWP, CI, LVSMI の低下が認められ，大量輸液に拘らずむしろ hypovolemia の状態となっていた．この5例の術中出血量は2,130～3,540ml と多かったが，同様の出血を来した59歳以下の症例ではこのような多量の輸液を行わなくても十分循環動態は維持されていた．大柳らは高齢者では若年者に比べて同一手術でも侵襲が強く，しかも持続することを指摘しており[16][17]，高齢者では若年者と同程度の手術侵襲であっても血管透過性の亢進の程度が大きいことが考えられる．すなわち，60歳以上では循環予備力の低下に加えて相対的な侵襲の増加のために，若年者より hypovolemia に陥りやすい．その改善のためには十分量の輸液と心収縮力の改善薬および手術侵襲そのものを軽減させる薬剤の併用が重要である[18][19]．以上より食道癌根治術においては60歳を循環呼吸管理面でのリスク年齢とするこが適切であると考えられる．

稿を終えるにあたり，終始御指導を賜りました，故　島津久明教授に深甚なる謝意を捧げます．

文　献

1) 篠沢洋太郎：食道癌根治術後早期における肺・腎機能変動に関する研究．日外会誌　90：669—680, 1989
2) 篠沢洋太郎，安藤暢敏，大作昌義ほか：食道癌手術と輸液・栄養管理—dry side か wet side か—．輸液栄ジャーナル　13：3—8, 1991
3) 佐藤信博：食道癌術後早期循環動態と低酸素血症の検討．岩手医誌　42：25—39, 1990
4) 辻中利政，小川嘉誉，小川道雄ほか：食道癌術後輸液の検討—Na 調節の重要性について—．輸液栄ジャーナル　9：169—175, 1987
5) 日置紘士郎：術前状態評価と手術侵襲反応．リスクファクターよりみた上部消化器癌の術式選択．日消外会誌　21：779—788, 1988
6) 西　正晴，山中栄治，平松義文ほか：食道癌術後における呼吸不全の原因と対策．日消外会誌　20：2488—2493, 1987
7) 豊泉惣一郎，碓井貞仁，坂本昭雄ほか：食道癌術後肺合併症に関する risk factor の検討—多変量統計解析法による分析—．日胸外会誌　38：215—221, 1990
8) 佐藤信昭，松原要一，真部一彦ほか：高齢者食道癌手術における術前栄養管理と術後肺合併症．日消外会誌　23：1972—1976, 1990
9) 平松義文，山本政勝，小島善嗣ほか：高齢者手術における術中・術後の輸液管理．消外　14：51—58, 1991
10) 元木良一，大井川健，三浦寿雄ほか：食道癌術後管理における Swan-Ganz カテーテル．臨胸外　2：587—592, 1982
11) 元木良一，坪井正硯，渡辺興治ほか：外科的疾患患者管理に於る Flow Directed Catheter (Swan-Ganz Catheter)の意義．日外会誌　78：148—160, 1977
12) 安藤暢敏，米川　甫，篠沢洋太郎ほか：食道癌患者における術前術後の循環動態の変動に関する検討．日外会誌　83：624—634, 1982
13) 安藤暢敏：食道癌術後の心肺動態—とくに再建術式別の検討—．日外会誌　79：1426—1440, 1978
14) 渡辺　敦，草島勝之，杉本　智ほか：食道癌切除再建前後の肺血管外水分量の変動—とくに熱とナトリウムを用いた二重指示薬希釈法による肺血管外水分量について—．日外会誌　92：266—275, 1991
15) 平澤博之，菅井桂雄，大竹喜雄ほか：細胞代謝からみたショックの病態と治療．日外会誌　90：1382—1385, 1989
16) 大柳治正，光野孝雄：老人外科領域における輸液および栄養管理について．外科 Mook　3：248—261, 1978
17) 大柳治正，具　英成，金丸太一ほか：高齢者消化器癌手術における侵襲範囲とリスクファクター．日

消外会誌　19：2083—2087，1986
18）大和田進，宮本幸雄，竹吉　泉ほか：食道癌術後の呼吸機能と顆粒球エラスターゼ，アナスィラトキシンの変動—ウリナスタチンの効果．日臨外医会誌　51：1643—1648，1990
19）後藤正幸，島　信吾，米川　甫ほか：食道癌手術侵襲に対する Urinastatin の効果に関する検討．日消外会誌　23：2716—2722，1990

The Influence of Age and Infusion volume on the circulation and Respiration after Surgery for Esophageal Carcinoma

Chikara Kusano, Masamichi Baba, Souji Sane, Touru Kumanohoso, Kazusada Shirao, Syouji Natsugoe, Toshitaka Fukumoto, Takashi Aikou and Heiji Yoshinaka*
First Department of Surgery and Operating Center*, School of Medicine, Kagoshima University

In 69 patients with thoracic esophageal cancer, we studied postoperative hemodynamics and/or respiratory changes by using the Swan-Ganz catheter from before the operation to the fifth postoperative day. Cardiac function and pulmonary circulation were depressed in patients more than 69 years old. Seventy-nine percent of the patients younger than 60 years old showed a normal hemodynamic pattern on the operative day. On the other hand, the hypovolemic type and the cardiac failure type were more numerous among patients 60 years old or older; only 38% were normal. According to the total infusion volume from the operation to the second postoperative day, the more infusion group (80 to 120 ml/kg/day) showed a hyperdynamic state and respiratory index significantly lower than those of the less infusion group (less than 80 ml/kg/day) in patients younger than 60 years old. In contrast, the more infusion group showed depressed cardiac function and a respiratory index higher than those of the less infusion group in patients 60 years old or more. We emphasize that the postoperative management of circulation and respiration after esophagectomy should be different according to whether the patients is younger than 60 or not.

Reprint requests: Chikara Kusano　First Department of Surgery, School of Medicine, Kagoshima University
8-35-1 Sakuragaoka, Kagoshima City, 890 JAPAN