

原著

急性心筋梗塞に併発した呼吸不全症例
に対する人工呼吸管理の検討

松原 泉*

要 旨

1983年6月から1989年12月の間に経験した急性心筋梗塞380例について呼吸管理の観点から retrospective に検討をくわえた。これらの症例を自発呼吸で管理しえた221例(酸素療法群)と、機械的人工呼吸を要した83例(人工呼吸群)にわけて検討した。さらに、機械的人工呼吸を要した83例を低酸素性呼吸不全(低酸素群)66例と、肺胞低換気性呼吸不全(低換気群)17例にわけて検討した。

酸素療法群の P/F 値は酸素療法後も300以上を維持していたが、人工呼吸を必要とした症例では搬入時より P/F 値の低下が見られ、しかも進行性に増悪して酸素療法後にも200以下の値を示していた。人工呼吸開始の規準を酸素化能から見れば P/F 値が250を切るような場合には、機械的人工呼吸が必要であると考えられる。

心係数の比較でも酸素療法群が $2.71 \pm 0.041/\text{min}/\text{m}^2$ に対して、人工呼吸群では $2.24 \pm 0.091/\text{min}/\text{m}^2$ と有意の低値を示した。

低換気群は人工呼吸開始前に PaCO_2 の上昇、 PaO_2 の低下と低酸素群に比較してより重篤な呼吸不全を呈していた。循環動態の比較では人工呼吸開始後に低酸素群の心係数が低換気群に比較して低値を示していた。この低い心係数が酸素運搬を悪化させ、予後に大きく関与していると思われる。低換気群が76.5%の生存率を示したのに対して、低酸素群では27.3%と低値であった。

心原性肺水腫に伴う呼吸不全は、一般的には低酸素性呼吸不全である。しかし、心筋梗塞発症に

伴う心原性肺水腫が引き金となって、気道過敏性を有する症例では気管支攣縮が誘発され、 PaO_2 の低下とともに PaCO_2 の上昇を示す肺胞低換気性呼吸不全もみられる。

今回の検討から、人工呼吸を必要とする急性心筋梗塞症例では搬入当初より低酸素が存在し、酸素療法によっても改善しえないことが明らかであり、P/F 値が250以下の場合には人工呼吸の適応といえる。さらに、換気不全を伴う呼吸不全症例に対しては、心機能が比較的保たれている症例が多く、早期からの積極的な人工呼吸管理が救命率をさらに向上させると考えられた。

はじめに

急性心筋梗塞は冠状動脈の急性閉塞によっておこる病態であり、心筋の虚血、壊死によって心収縮力の低下をきたす重篤な疾患である。その急性期管理における不整脈の予防と心機能の改善が予後を大きく左右させるとされている。循環管理と平行しての呼吸管理の重要性も指摘されている¹⁾。とくに、心不全の極めて重篤な症例では心原性肺水腫、呼吸不全を併発し、酸素療法では対処できない症例を必要とする症例も多く経験する²⁾。急性心筋梗塞の呼吸管理について詳細に検討した報告はこれまでに余りない。

そこで、今回は市立札幌病院救急医療部で経験した急性心筋梗塞380症例について、呼吸管理の観点から retrospective に検討をくわえた。さらに機械的人工呼吸による呼吸管理を行った83症例について呼吸不全を PaO_2 が 60 mmHg 以下で、 PaCO_2 が 45 mmHg 以下を示した低酸素性呼吸不全と、 PaO_2 が 60 mmHg 以下で PaCO_2 が 45 mmHg 以上を示した肺胞低換気性呼吸不全に

*北海道大学医学部麻酔学講座

わけて検討を加えた。

1. 方 法

1983年6月より1989年12月までに経験した急性心筋梗塞症例のうち、搬入時心停止を呈した症例や急性期を過ぎて搬入された症例などを除外した男性211例、女性93例の304例を対象とした。これらの症例を1) 自発呼吸で管理しえた221例 (Oxygen therapy group=以下酸素療法群とする) と機械的人工呼吸を必要とした83例 (Mechanical ventilation group=以下人工呼吸群とする)、さらに2) 機械的人工呼吸を要した83例を低酸素性呼吸不全 (以下低酸素群とする) 66例と、肺胞低換気性呼吸不全 (以下低換気群とする) 17例にかけて検討した。動脈血ガス分析値 (コーニング社製 Model178 全自動血液ガス分析装置) の測定および P/F 値 [動脈血酸素分圧 (PaO₂)/吸入気酸素濃度 F_iO₂] を求めた。血圧、脈拍数、Swan-Ganz カテーテルを用いての肺動脈楔入圧 (以下 PCWP とする)、および熱希釈法による心係数 (以下 CI とする) とともに尿量、BUN、クレアチニン (以下 Crnn とする) などについても比較検討した。成績は平均値±SEM で表現し、両群間の比較は Students t-検定を用いて行い、P<0.05を推計学的に有意とした。

2. 結 果

1) 酸素療法群と人工呼吸群の比較

酸素療法群は221例のうち男性155例、女性66例で人工呼吸群は83例のうち男性56例、女性27例で性差はなかった。平均年齢では酸素療法群に比較して人工呼吸群では有意に高齢であった。死亡は酸素療法群の0.9% (2/221) に対して人工呼吸群では62.7% (52/83) と極めて高かった (Table 1)。心電図所見などによって診断した梗塞部位を Table 2 に示した。

梗塞は種々な部位に及んでいたが、両群の間では梗塞部位に差異は見られなかった。

搬入時の動脈血ガス分析所見の両群間の比較を Table 3 に示した。P/F (PaO₂/FiO₂) は人工呼吸群では酸素療法群に比較して有意に低下していた。pH も人工呼吸群では7.339±0.015と、アシドーシスに傾いていた。PaCO₂ には両群間で有意な差は見られなかった。BE でも人工呼吸群では有

Table 1. Physical characteristics of patients in two groups.

	Oxygen therapy group	Mechanical ventilation group
patients	221	83
male/female	155/66	56/27
age (years)	63.2±0.8	70.6±1.0*
fatal cases	2	52

*=significant difference vs oxygen therapy group. (p<0.01).

Table 2. Location of infarction

	oxygen therapy group	mechanical ventilation group
anterior	21	12
broad anterior	18	14
antero-septal	43	13
antero-inferior	1	3
antero-lateral	11	3
inferior	63	20
lateral	15	4
postero-inferior	8	2
infero-lateral	10	3
postero-lateral	1	1
posterior	1	0
subend	22	5
unknown	7	3
total	221	83

Table 3. Comparison of blood gas analysis in oxygen therapy and mechanical ventilation groups on admission.

	oxygen therapy group	mechanical ventilation group
P/F	352.1±7.0	260.1±13.7*
pH	7.424±0.006	7.339±0.015*
PaCO ₂ (mmHg)	35.8±0.6	39.1±1.8
BE	0.1±0.3	-4.6±0.7*

*=significant difference vs oxygen therapy. (P<0.01)

意に低値を示し、代謝性のアシドーシスに陥っていた。

酸素療法後の動脈血ガス分析所見と循環動態の比較を Table 4 にまとめた。P/F は酸素療法群では搬入時より若干の低下を示したが、人工呼吸群では搬入時より更に低下し、両群間に有意差を認めた。pH は人工呼吸群で有意に低値を示し

Table 4. Comparison of blood gas analysis and hemodynamics between oxygen therapy and mechanical ventilation groups after oxygen therapy.

	oxygen therapy group	mechanical ventilation group
P/F	320.1±6.7	183.2±11.3*
pH	7.418±0.004	7.333±0.017*
PaCO ₂ (mmHg)	37.3±0.4	41.6±2.1**
BE	0.6±0.2	-4.2±0.8*
C.I. (l/min/m ²)	2.71±0.04	2.24±0.09*
PCWP (mmHg)	13.9±0.5	20.5±1.0*

C. I.=Cardiac index PCWP=Pulmonary capillary wedge pressure

*=significant difference vs oxygen therapy group. (p<0.01)

**=significant difference vs oxygen therapy group. (p<0.05)

Table 5. Comparison of blood gas analysis and hemodynamics between hypoxia and hypoventilation groups before mechanical ventilation.

	Hypoxia group	Hypoventilation group
pH	7.331±0.048	7.167±0.027*
PaCO ₂ (mmHg)	34.6±1.7	67.7±5.2*
P/F	195.9±14.1	159.2±12.7
BE (mmol/l)	-3.2±0.9	-7.8±1.2*
SBP (mmHg)	106.9±3.6	129.4±11.9
Heart rate (beats/min)	102.1±3.6	106.2±11.9
C. I. (l/min/m ²)	2.26±0.15	1.87±0.17
PCWP (mmHg)	21.6±1.8	22.8±3.1

*=significant difference vs hypoxia group. (p<0.05)

P/F=PaO₂/FiO₂ BE=base excess SBP=systolic blood pressure

C. I.=Cardiac index PCWP=Pulmonary capillary wedge pressure

た. PaCO₂ では人工呼吸群が酸素療法群に比較して有意に高値を示した. BE についても人工呼吸群に有意の低値が認められた.

CI は酸素療法群が人工呼吸群より有意に高値を示した. PCWP についても人工呼吸群が酸素療法群に比較して有意に高値であった.

2) 低酸素群と低換気群の比較

人工呼吸開始前の動脈血ガス分析値と循環動態の両群間の比較を Table 5 に示した. pH は低酸

素群では低換気群に比較して有意に高く, PaCO₂ では低換気群が低酸素群と比較して有意に高値を示した. P/F 値では両群共に低値を示していたが, 両群間に有意差は見られなかった. BE は低換気群において低酸素群よりも有意に低値であった. 循環動態の比較では両群間に差異は見られなかったが, CI は両群において低値を示していた. 人工呼吸開始後のこれらの諸量について検討すると, pH は人工呼吸の開始とともに両群で正常化している. PaCO₂ は人工呼吸による換気の改善により低換気群においても急速に正常化し, 低酸素群との間に有意差はなかった.

Figure 1 は収容時, 人工呼吸開始前, 人工呼吸開始の1-2時間, 6時間, 12時間, 24時間, 48時間および72時間後の PaCO₂, pH, P/F を低酸

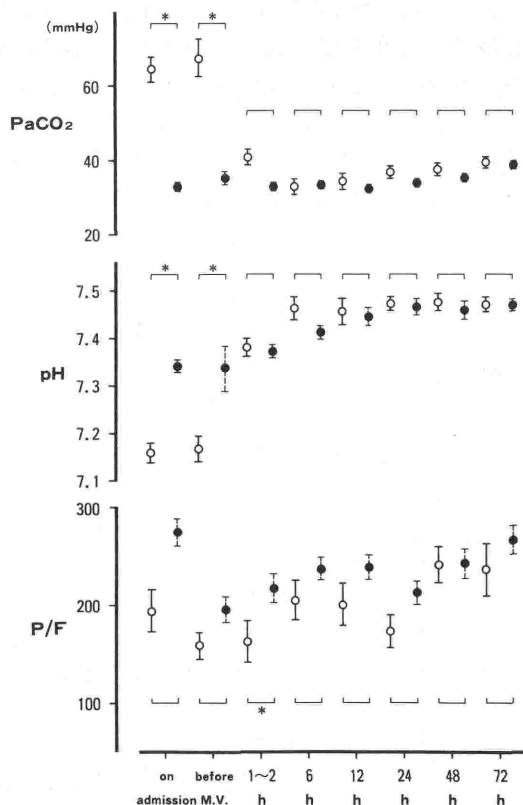


Fig 1. Comparison of PaCO₂, pH and P/F for 72 hours between hypoxia and hypoventilation groups.

—○—=hypoventilation group.

...●...=hypoxia group.

M. V.=mechanical ventilation.

*=significant difference between two groups (p<0.05).

素群と低換気群で比較したものである。P/F 値は人工呼吸開始 1-2 時間後の値は低酸素群においては 218.6 ± 15.2 で、低換気群では 162.4 ± 20.5 と有意に低値で、その後は有意差はないが低換気群で低値が持続していた。Figure 2-5 は他の諸量について Figure 1 と同じ時点において両群間で比較したものである。BE については人工呼吸開始前は低換気群で低値であったが、人工呼吸開始後は正常化し、1-2 時間後には -1.5 ± 0.9 になった。一方、低酸素群では、収容時から低換気群に比較して有意に低く、人工呼吸開始の 1-2 時間の値でも -5.1 ± 0.9 と代謝性アシドーシス状態であった。PEEP (Positive End Expiratory Pressure=呼気終末陽圧) 値は低換気群で人工呼吸開始後 48 時間まで低酸素群に比較して高値であり、とくに、急性期 12 時間までは有意差を示した (Fig 2)。収縮期血圧は低換気群において人工呼吸開始の 24 時間後までは低酸素群よりも高値を示していたが、両群ともに 100 mmHg 以上の血圧を維持していた。脈拍数は両群ともに 100/分前後で経過したが、24 時間後からは低換気群でより安定

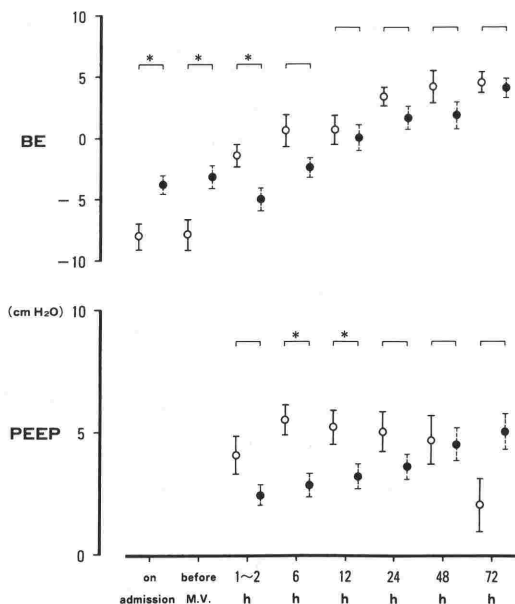


Fig 2. Comparison of BE and PEEP between hypoxia and hypoventilation groups.
 —○—=hypoventilation group.
 ...●...=hypoxia group.
 M. V.=mechanical ventilation.
 *=significant difference between two groups ($p < 0.05$).

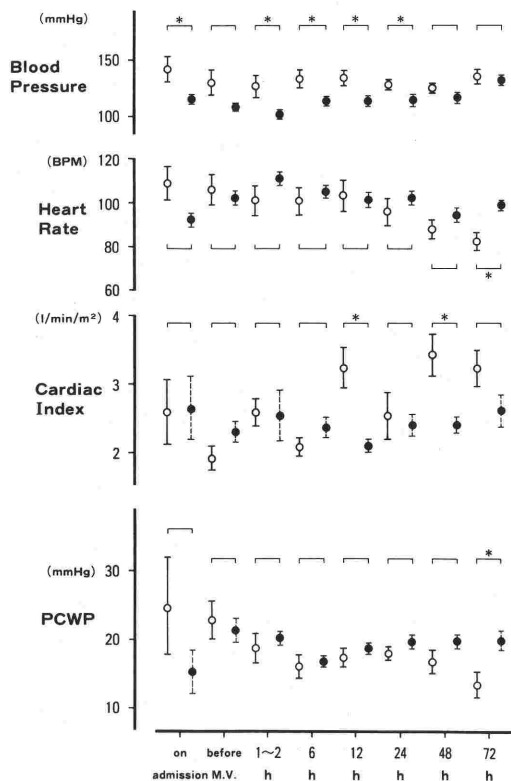


Fig 3. Comparison of hemodynamics between hypoxia and hypoventilation groups.
 —○—=hypoventilation group.
 ...●...=hypoxia group.
 M. V.=mechanical ventilation.
 *=significant difference between two groups ($p < 0.05$).

化する傾向が見られ、72 時間後の値では低換気群で低酸素群に比較して有意差がみられた。CI では人工呼吸開始直後では両群に差異はなかったが、12 時間後には低換気群で低酸素群に比較して有意の高値を示した。PCWP 値については人工呼吸開始の 24 時間までは同様な値を示したが、72 時間後の比較では低換気群で低酸素群に比較して有意の低値が見られた (Fig 3)。

尿量は低換気群において人工呼吸開始後に増加傾向が見られ、低酸素群の尿量よりも有意に多かった。BUN では低酸素群でより高値であり、人工呼吸開始の 6, 12, 72 時間後では有意に高値を示した (Fig 4)。Crnn でも低換気群では正常域を推移したが、低酸素群では漸増傾向を示した。CPK 値は低酸素群で低換気群に比較して有意に高く推移していた (Fig 5)。生存率は低換気群で

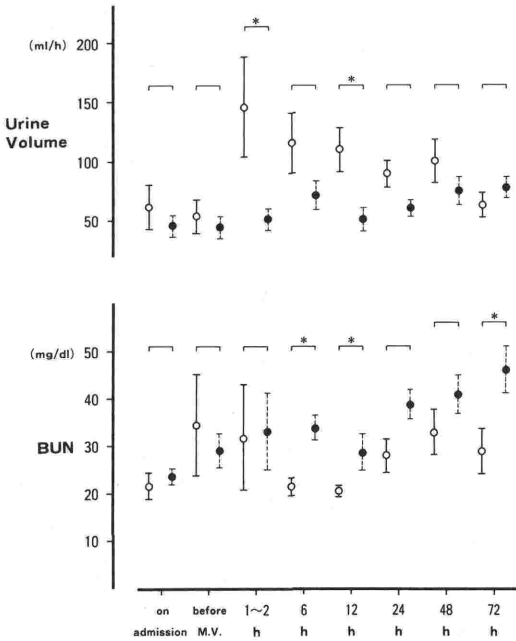


Fig 4. Comparison of urine volume and BUN between hypoxia and hypoventilation groups. —○—=hypoventilation group. ...●...=hypoxia group. M. V.=mechanical ventilation. *=significant difference between two groups ($p < 0.05$).

76.5%, 低酸素群では27.3%であり, 予後は低換気群で良好であった (Fig 6).

考 察

急性心筋梗塞に伴うポンプ不全が心原性肺水腫をきたすことは良く知られている³⁾. 肺水腫は肺の酸素化能の低下をもたらし, 低酸素血症をきたすことになる. 低酸素血症の存在は, 急性心筋梗塞に伴う心拍出量の減少と相俟って各臓器および心筋への酸素供給を減少させ, さらに心不全を悪化させるという悪循環を形成し, 生命予後に重大な危機をもたらす. 心不全を併発した急性心筋梗塞症例に対しては, 一般的には酸素投与による酸素療法が行われる. しかしながら, 酸素療法によっても改善しない低酸素血症に対しては, 機械的人工呼吸による呼吸補助が必要である⁴⁾.

今回, 肺の酸素化能の指標として用いた P/F は, Horovitz⁵⁾ らによって提唱されたもので, 350から500が正常範囲であり, 300以下では重篤な酸素化障害が存在するとされている⁵⁾. 投与酸

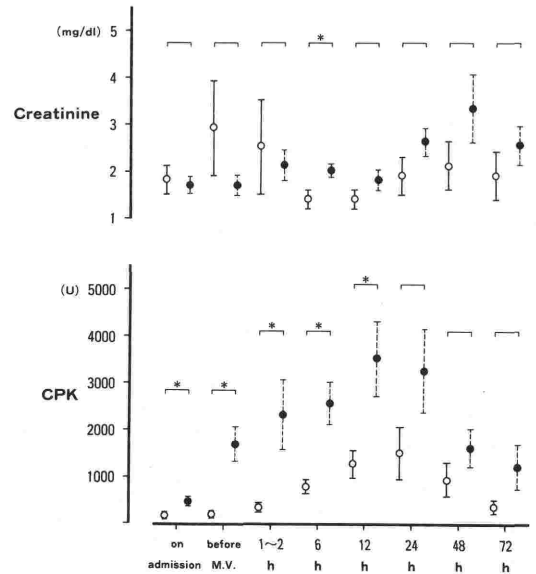


Fig 5. Comparison of Creatinine and CPK between hypoxia and hypoventilation groups. —○—=hypoventilation group. ...●...=hypoxia group. M. V.=mechanical ventilation. *=significant difference between two groups ($p < 0.05$).

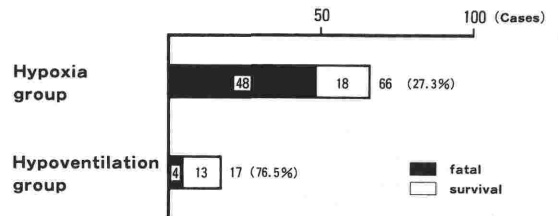


Fig 6. Survival rate in hypoxia and hypoventilation groups.

素濃度の影響をなくして肺の酸素化能の客観的な指標とされている. 高濃度酸素投与時には肺の酸素化能の正確な指標とはなりえないという批判もあるが⁶⁾, 臨床的には実用性の高い指標であるためによく使用されている.

自発呼吸で管理できた症例の P/F は300以上の値を維持していたが人工呼吸を必要とした症例では搬入時より P/F 値の低下が見られ, しかも進行性に増悪して酸素療法後も200以下の値を示していた. CI を心機能の指標として比較すると, 人工呼吸群が自発呼吸群に対して有意に心機能の低下を示していた. 人工呼吸を必要とした症例では, 搬入時より低酸素状態を呈しており, 酸素療

法によっても改善しない呼吸不全を呈していた。その原因は急性心筋梗塞に伴うポンプ不全の進行と、心原性肺水腫による肺の酸素化能の低下によるものと推測された。BE と pH の低下も人工呼吸群において有意であり、この代謝性アシドーシスの進行は、低酸素血症と心拍出量の減少による末梢循環不全によるものと考えられた。

心原性肺水腫に伴う呼吸不全は、一般的には PaO₂ の低下が主体の呼吸不全であり、低酸素を代償するための過換気が認められ、PaCO₂ はむしろ低下する低酸素性呼吸不全である。しかし、気管支喘息の重積状態や、閉塞性肺疾患の急性増悪期に観察されるような、高い PaCO₂ を示し肺胞低換気を主体とする肺胞低換気性呼吸不全が急性心筋梗塞による心原性肺水腫の症例にも存在していたことを意味している。肺胞低換気性呼吸不全を呈する病態は、心筋梗塞の発症に伴う心原性肺水腫が引き金となって、気道過敏性を有する症例では気管支攣縮が誘発されるものと考えられる。高齢者に多く見られる閉塞性換気障害を有する症例において、心不全を契機に気道過敏性が亢進して CO₂ ナルコーシスを呈するのと同様の機転と考えられる⁷⁾⁻⁹⁾。

人工呼吸開始前の比較では低換気群で低酸素群に比較して低酸素症が強く、同時に換気不全も存在するために、低換気群では重篤な呼吸不全を呈していたといえる。人工呼吸開始後には両群において換気の改善がみられたが、酸素化能は低換気群で低酸素群に比較して低下していた。すなわち、低換気群の呼吸不全では心原性肺水腫とともに、気管支攣縮による肺胞低換気がガス交換をさらに阻害して酸素化能の著明な低下をもたらしたと推測された。BE は低換気群で低値であったが人工呼吸による換気の改善に伴い上昇し、これは肺胞低換気による呼吸性アシドーシスによるものと思われた。心機能の評価としての CI については、低換気群では良好な値を示していたが、低酸素群ではそれに比較して低心拍出量を呈していた。つまり、低酸素群で心機能の低下が顕著であり、臓器組織への酸素運搬の減少が推測され、これは尿量の減少、BUN、Crnn 値の上昇が低酸素群でより著明であったことと良く一致していた。BE が低酸素群で人工呼吸開始後も低値を示したのも、心機能の低下による末梢循環不全の改善が得られ

なかったためと考えられた。このことは両群の生存率にも大きく影響しており、低換気群で76.5%の生存率に対して、低酸素群では27.3%と極めて低い生存率であった。

すなわち、呼吸不全のタイプで比較検討した場合、肺胞低換気性呼吸不全では低酸素性呼吸不全より重篤な呼吸不全を示したが、心機能は比較的良く保持されていたことが、生存率においてより高い結果となったと推測された。

急性心筋梗塞に併発した心原性肺水腫により重篤な呼吸不全に対して機械的人工呼吸、とくに PEEP を用いての人工呼吸の有効性の報告は多い¹⁰⁾⁻¹⁴⁾。PEEP 人工呼吸は心原性肺水腫による肺の酸素化能の低下を改善し、また心機能への影響も少ないとの報告もある¹⁵⁾¹⁶⁾。重篤な呼吸不全を伴った心原性ショックを呈した急性心筋梗塞症例に対しては早期より濃密な循環制御が行われ、血管拡張薬やカテコラミン、さらには大動脈バルーンポンピング (IABP) などの循環補助が Swan-Ganz カテーテルを用いての心・循環系のモニタリングのもとに行われている¹⁷⁾。本研究の対象とした症例も人工呼吸管理と共に、厳重な循環管理が行われていた症例であり、さらに血液浄化法も含めた各種臓器サポートも行った症例であった。IABP は44例に施行させ、26例にペースメーカーを挿入した。血液透析や持続的血液濾過などの血液浄化法も24例に必要とされた。人工呼吸を必要とする急性心筋梗塞症例の多くは重篤な循環不全を呈し、ひいては各臓器組織への酸素供給の低下による多臓器不全をきたす重篤な病態であったことをうらずけている。急性心筋梗塞症例に対する人工呼吸管理の適応は、循環不全の急激な進行時に蘇生術の一環として行われることも多い。人工呼吸開始の規準をどの時点に求めるかについては既に報告しているように、酸素化能から見れば P/F が250を切るような場合には機械的人工呼吸が必要と考えている²⁾。今回の検討からも、人工呼吸管理を必要とする症例では搬入当初より低酸素症が存在し、酸素療法によっても改善しえないことが明らかであり、P/F が250以下の場合には人工呼吸管理の適応といえる。さらに、換気不全を伴う呼吸不全症例に対しては、早期からの積極的な人工呼吸管理が必要と考えられる。

急性心筋梗塞の症例の中で低酸素血症とともに

肺胞低換気を伴うような症例では、今回の検討からも明らかなように、心機能が比較的良く保たれている症例が多く、人工呼吸管理をも含めた積極的な呼吸管理が救命率をさらに向上させるものと考えられた。

結 語

304例の急性心筋梗塞について呼吸管理の観点から臨床的検討を行った。低酸素血症の原因は心機能の低下による心原性肺水腫によるものであった。機械的人工呼吸による呼吸補助は、酸素化能の指標である P/F よりみれば250以下の場合に考慮すべきである。

肺胞低換気性呼吸不全症例の心機能は比較的良く保たれており、機械的人工呼吸を含めた適切な呼吸管理が救命率の向上に有効であると判断された。

謝辞：本研究の御指導と御校閲をいただいた北海道大学医学部麻酔学講座劔物修教授に深謝いたします。また、本研究を可能にして下さった市立札幌病院救急医療部手戸一郎主任医長並びに、救急医療部のスタッフの御協力に心から感謝いたします。

参 考 文 献

- 1) 南野隆三, 伊藤浩: 急性心筋梗塞に伴ったポンプ失調の対策. 肺水腫の病態と治療 *Medical Practice* 5:1003-1006, 1988.
- 2) 松原泉, 劔物修, 松尾尚志他: 血液ガス分析よりみた急性心筋梗塞の呼吸管理—自発呼吸, 人工呼吸の比較—. *ICU と CCU*, 11:1127-1132, 1987.
- 3) 大林完二: 急性心筋梗塞に伴う肺水腫とその治療. 一特に PEEP の有用性について—天羽敬祐他編集, 肺水腫をめぐる諸問題, 集中治療医学講座 8, p. 113-126 医学図書出版, 東京, 1984.
- 4) 荒木良彦, 花本澄夫, 高光重他: 急性心筋梗塞における血液ガス異常と呼吸管理の検討. *ICU と CCU*, 10:513-518, 1986.
- 5) Horovits JH, Carrico CJ, Shires GT: Pulmonary response to major injury. *Arch Surg.* 108: 349-355, 1974.
- 6) 上山美弘, 水本洋, 上野脩他: FiO₂ と肺酸素加指標 *ICU と CCU* 10:875-880, 1986.
- 7) 松原泉, 手戸一郎: 心臓喘息症例の人工呼吸管理の経験, 人工呼吸 6:159-162, 1989.
- 8) 松原泉, 手戸一郎: 高炭酸ガス血症を呈した急性心不全症例の検討, 呼と循 38:785-789, 1990.
- 9) 笛木隆三: 心臓喘息. 宮本昭正 (編) 気管支喘息とその周辺. p. 309-311 医歯薬出版, 東京, 1983.
- 10) 西邑信男: 急性心筋梗塞に伴ううっ血性心不全による肺水腫の治療に関する検討. 特に PEEP の適応について. *救急医学* 3:93-99, 1979.
- 11) Rasanen, J., Nikki, N., Heikkila, J.: Acute Myocardial Infarction Complicated by Respiratory Failure. *Chest* 85:21-28, 1984.
- 12) 林田憲明, 五十嵐正男: 急性左心不全における PEEP 療法. *ICU と CCU* 6:437-449, 1982.
- 13) 相馬一玄, 劔物修: 肺水腫の治療—心原性非心原性肺水腫の診断から—. *循環制御* 5:167-162, 1984.
- 14) 永井一成, 劔物修, 相馬一玄: PEEP の心・循環系に及ぼす影響. *循環制御* 6:153-162, 1985.
- 15) Cogan, F. J., Nicholas, F. A., and DeWeese J., A.: Positive end-expiratory pressure, oxygen transport and low output state. *Anesth Analg* 53: 538-543, 1974.
- 16) Kumar, A., Falke, K., J., Geffin, B., et al: Continuous positive pressure ventilation in acute respiratory failure: Effect of homodynamics and lung function. *N. Eng. J Med* 283:1430-1436, 1970.
- 17) 野野木宏, 平盛勝彦: うっ血性心不全とショックの治療, 集中治療 1:449-457, 1989.

Ventilatory support for patients with severe acute myocardial infarction.

Izumi Matsubara

Department of Anesthesiology, Hokkaido University School of Medicine.

This study was retrospectively performed on 304 patients with myocardial infarction who were referred to the Emergency Unit of Sapporo City General Hospital from June 1983 through December 1989. These patients were divided into two groups: oxygen therapy group (221 patients) and mechanical ventilation group (83 patients). Mechanical ventilation group has been subdivided into two groups: hypoxic respiratory failure group (66 patients) and hypoventilatory respiratory failure group (17 patients).

P/F ($\text{PaO}_2/\text{F}_1\text{O}_2$) value was more than 300 on admission and after oxygen administration in oxygen therapy group, while it was less than 300 on admission and was not improved by oxygen administration in the mechanical ventilation group (183.2 ± 11.3). It may be reasonable to assume that a value of less than 250 might indicate to initiate mechanical ventilation. Cardiac index of mechanical ventilation group ($2.24 \pm 0.09 \text{ l/min/m}^2$) was less than the oxygen therapy group ($2.71 \pm 0.04 \text{ l/min/m}^2$).

Patients of the hypoventilation group showed the same degree of oxygenation capacity of the lungs following the initiation of mechanical ventilation as those of the hypoxia group.

However, the respiratory failure in the hypoventilation group was more severe with increases in PaO_2 . Cardiac index as a cardiac function in the hypoxia group ($2.05 \pm 0.11 \text{ l/min/m}^2$) was lower than in the hypoventilation group ($3.21 \pm 0.29 \text{ l/min/m}^2$), which means deteriorated oxygen transports in the hypoxic group. The survival rate in the hypoventilation group was 76.5%, while that in the hypoxia group was only 27.3%.

Respiratory failure due to cardiogenic pulmonary edema associated with acute myocardial infarction is generally the hypoxic type. However, there are also some patients of the alveolar hypoventilation type as indicated in the present study. The alveolar hypoventilation may be due to bronchospasm following pulmonary congestion caused by heart failure in patients of accelerated airway hypersensitivity. Many patients even with severe respiratory failure may survive because cardiac functions are comparatively well preserved in patients of the hypoventilation group, and so the appropriate respiratory management in this type of respiratory should be achieved through an early initiation of mechanical ventilation especially when a P/F value is less than 250.

Key words: Acute myocardial infarction, P/F value, mechanical ventilation, hypoventilatory failure.