

人工換気中の開心術後患者に対する Squeezing の安全性

救急部・集中治療部

○萩野 浩子・永野 由紀・濱田 三紀

宮地なぎさ・釣井 京子

I. はじめに

高知医科大学医学部附属病院集中治療部(以下ICUとする)では延べ入室者数の44%を開心術後患者が占める。ICUに収容される患者は、臥床安静、全身麻酔や麻薬及び鎮静剤の影響、人工呼吸器による陽圧換気などによって身体と肺の活動性が抑制され、肺を非生理的な状態に陥らせることになる。さらに、開心術後患者においては、心機能と呼吸機能は密接な関係にあり、心機能が低下するため呼吸不全が発生しやすく、また呼吸不全時には心臓への悪影響も及ぼしかねず、悪循環を形成する。そこで原則的には呼吸障害や呼吸器合併症の有無に関わらず予防的側面からも呼吸理学療法の対象とし早期抜管、早期離床を実現させることが必要である¹⁾。

宮川らは重症例や、術後には侵襲が少なく生理学的理論に合致した排痰促進手技として、squeezingを提唱している²⁾³⁾。そこで、当ICUでもsqueezingによる呼吸理学療法を取り入れることにした。しかし、開心術後を対象に具体的にその安全性を示した文献が見あたらなかったため、今回、担当科医師の理解と協力を得、開心術後の患者を対象にsqueezingを施行し、その安全性について循環動態に与える影響などから検討したので報告する。

II. 研究方法

1. 対象

平成7年7月1日から9月30日までにICUに入室し、人工換気中のA-Cバイパス術後、人工弁置換術後患者16例。人工換気モードはSIMV、PSVで3~5 cmH₂OのPEEPを併用した。(表1)

2. 方法

対象患者を仰臥位にして、①両肺尖~前区 ②前底区・舌区 ③右中葉に各2分間、sq

表1 対象患者

対象	(n=16)
術式	: A-Cバイパス術 14例 A-Cバイパス術+大動脈弁置換術 1例 人工弁置換術 1例
年齢	: 64.4±4.2 (56~72才)
男/女	: 13例/3例
人工換気モード	: SIMV+PSV+PEEP 10例 PSV+PEEP 6例

squeezing を施行した。

squeezing 施行前、①～③施行直後、15 分後（終了 9 分後）に循環動態（CI, SvO₂, PAP, RAP, HR, BP）経皮的動脈血酸素飽和度（SpO₂）動脈血液ガス（PaO₂, PaCO₂）を測定した。

施行者は手技による変動を少なくするため 2 名の看護婦に限定した。パラメーターの測定には、循環動態の心係数及び混合静脈血酸素飽和度は、バクスター社連続心拍出量測定装置モデル VGSSYS を、肺動脈圧、右心房圧、血圧、脈拍は、NEC 三栄社 ICU 重症患者監視装置 2 G 82 型を使用した。経皮的動脈血酸素飽和度は、ミノルタパルソックスー 8 酸素飽和度モニターを、動脈血液ガス分析は、ラジオメーター社血液ガス分析装置 ABL 505 で測定した。一回換気量の測定は人工呼吸器内蔵の換気モニターを使用した。

測定値は、平均値±標準偏差で表し、有意差の検定は Stat view を用い Student の paired-t test にて行った。また、覚醒群と未覚醒～半覚醒群の比較は、unpaired-t test で行った。一回換気量は平均値の比較である。

III. 結果（表 2）

1. 循環動態の変化

（図 1. a～f）

脈拍（HR）については有意な変化はなかった。

血圧（BP）の平均値も squeezing 前値に比べて有意差はなく、両肺尖～前区の squeezing を終了した 2 分後には、軽度の低下を認めるものの、その後回復している。

肺動脈圧（PAP）は、2 分後に低下を認めたがその後回復の傾向を示し、その変化に有意差はない。

一方、右心房圧（RAP）の平均値は、全体に低下のラインをたどり施行中には有意な変化はみられなかったが、15 分値（終了 9 分後）において有意な低下を認めた。

表 2 循環動態・経皮的動脈血酸素飽和度・動脈血液ガス各測定値
*有意差あり (vs. squeezing 前 p<0.05)

	squeezing 前	2分後	4分後	6分後	15分後
HR (/min)	94.0±11.4	95.0±12.7	92.0±6.9	94.0±9.5	93.0±9.1
BP (mmHg)	88.2±13.1	86.6±11.7	87.3±13.0	87.4±12.2	88.4±10.1
PAP (mmHg)	13.8±4.2	12.8±3.1	13.1±3.3	13.3±3.9	13.3±3.7
RAP (mmHg)	4.6±2.6	4.3±2.9	4.2±2.5	4.3±3.2	3.8±2.6*
CI (l/min)	2.9±0.5	3.0±0.3	3.0±0.4	3.0±0.4	2.9±0.3
SvO ₂ (%)	69.9±6.1	70.2±5.2	69.4±6.1	69.3±5.4	70.8±4.5
SpO ₂ (%)	98.3±1.3	98.3±0.9	98.4±1.1	98.4±0.9	98.5±1.1
PaO ₂ (torr)	129.6±24.4			130.0±33.1	133.0±29.9
PaCO ₂ (torr)	36.0±3.8			34.9±4.0	35.9±5.2

心係数 (CI) の平均値は、有意な変化ではないが施行中増加をし、終了後やや低下している。

混合静脈血酸素飽和度 (SvO₂) では、施行中は低下するものの終了後上昇の傾向にあり、その変化に有意差はない。

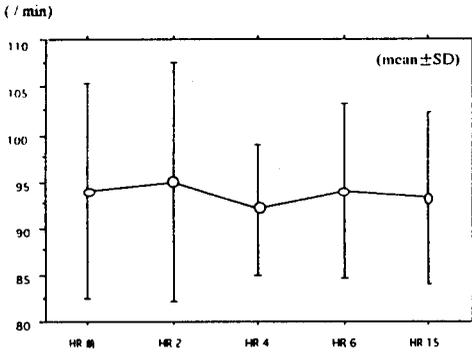


図 1-a 脈拍の変化

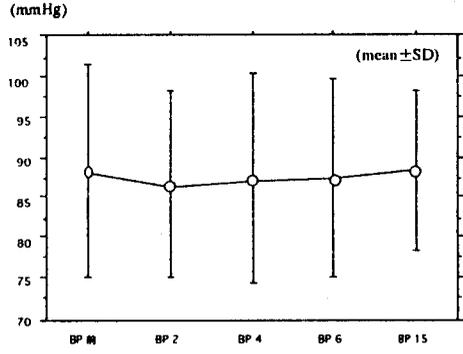


図 1-b 血圧の変化

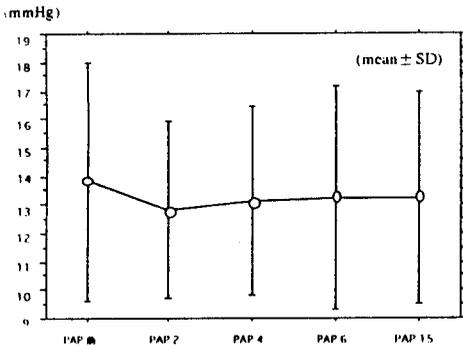


図 1-c 肺動脈圧の変化

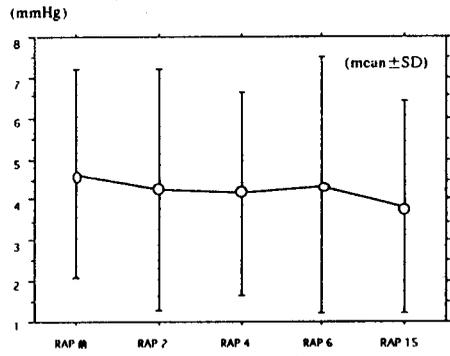


図 1-d 右心房圧の変化

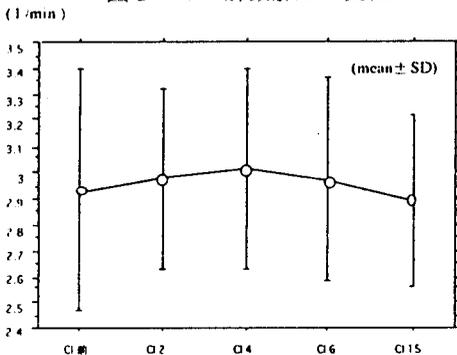


図 1-e 心係数の変化

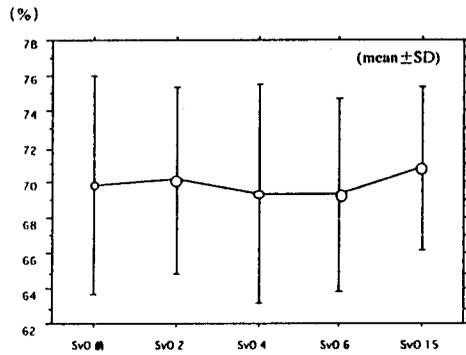


図 1-f 混合静脈血酸素飽和度の変化

2. 酸素化能の変化 (図 2. a, b)

経皮的動脈血酸素飽和度 (SpO₂) は有意差はみられなかった。動脈血酸素分圧 (PaO₂) の変化においても、有意差はないが 15 分値に上昇を認めた。

3. 炭酸ガス呼出能の変化 (図3)

動脈血炭酸ガス分圧 (PaCO₂) は、6分値 (squeezing 終了時) では低下したが、15分値 (終了9分後) には回復しており、その平均値の変化に有意差は認めない。

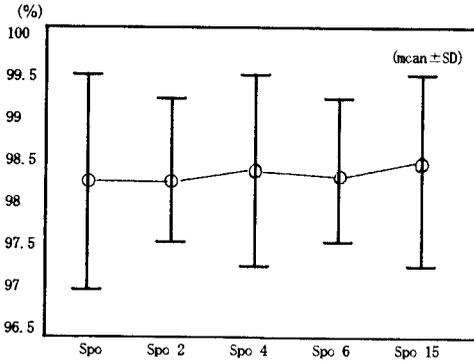


図2-a 経皮的動脈血酸素飽和度の変化

4. 換気力学の変化 (表3)

squeezing 施行前普通に深呼吸を促した場合と、施行中の一回換気量 (平均値) を比較すると、691ml から 828ml に増加した。さらに覚醒群 (7例) と未覚醒～半覚醒群 (6例) に分けると、覚醒群では増加、未覚醒～半覚醒群では減少している。

5. 胸部理学所見の変化

施行中4例に咳嗽を生じ、2例に施行後胸部ラ音を認めた。

6. 合併症の有無

不整脈の出現は1例、心房性期外収縮・単発であった。そのほか、問題となる合併症や事故はなかった。

1～3に関して、覚醒群と未覚醒～半覚醒群に有意差はない。

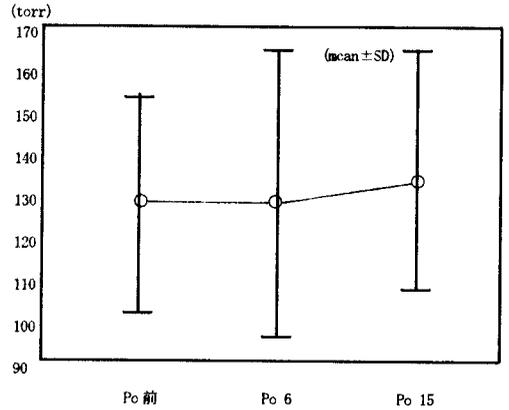


図2-b 動脈血酸素分圧の変化

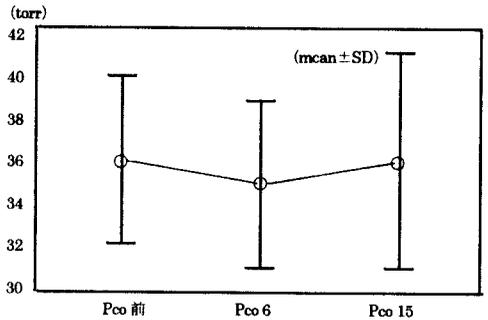


図3 炭酸ガス呼出能の変化

表3 換気量の変化

一回換気量	深呼吸(施行前)	squeezing 中
覚醒 (n=7)	600	850
未覚醒(n=6)	847	787
全体 (n=13)	691	828

IV. 考察

squeezing により、BP・HR・CI・PAP においては有意な変化は認められなかった。RAP の低下に対しては、人工換気中呼気時に胸郭を圧迫すると、PEEP が 5 cmH₂O 以下ならば胸腔内圧は陰圧になり²⁾、このことより RAP はある程度低下するであろうと予測してい

た。実際、手技中低下を認めたが、その他の測定値には有意な変化がないことより、s-queezing が循環動態に及ぼす影響は少ないと考える。

一方、 SvO_2 の変化をみると、施行中は squeezing により末梢の酸素消費量が増加し、 SvO_2 は低下する傾向にあるが、終了後速やかに回復し、有意差はないものの施行前より上昇の傾向を示した。このことは、squeezing によりスムーズな換気が得られることで、呼吸仕事量が低下し呼吸酸素消費量が低下した結果とも解釈できる。

施行中の不整脈の出現は1例、心房性期外収縮が単発で1回のみであり、悪性不整脈の出現はなく、以上の点から squeezing は安全と考える。しかし、過度にならないように愛護的にモニター監視下で行うことが望まれる。

心臓手術後管理の特異性を考えると、心臓手術ではほとんどの場合に低体温希釈体外循環が用いられるが、体外循環中には透過性亢進物質ができ、さらに余剰水分が体内に貯留され、膠質浸透圧の低下も加わり肺の間質浮腫が出現しやすい。それにより、肺内シャントが増大し血液酸素化が障害される。そして体外循環後は、肺泡虚脱、肺泡出血も発生しやすく、肺サーファクタントの減少により無気肺も発生しやすいとされている¹⁾⁴⁾⁵⁾。無気肺となった肺泡を再拡張させるためには、側副気道が最も重要となる。細気管支が閉塞されているとその末梢肺泡内に強い陰圧を形成し、側副気道を通った吸入ガスにより、呼気で分泌物を押し出す力が必要とされる³⁾。(図4)⁶⁾すなわち、分泌物の移動を促す因子として深く十分な吸気と早い呼气流速が重要である。squeezing は、痰のある胸郭を呼気時に圧迫(押し)することにより呼气流速を速め痰の移動を促し、受動的に吸気を行いエアーエントリーをよくし局所換気を改善させる手技である。

そこで、squeezing による一回換気量の変化をみると、宮川によると squeezing により一回換気量が100~200ml は増加する²⁾とあるが、実際にも覚醒群では施行前普通に深呼吸を促した時より平均値で250ml の増加をみた。しかし、未覚醒~半覚醒群ではやや減少しているが、これは「吸って」「吐いて」の声かけが無効で、患者の協力が得られず呼吸器に同調できなかった結果、呼吸パターンを障害してしまったと思われる。しかし、

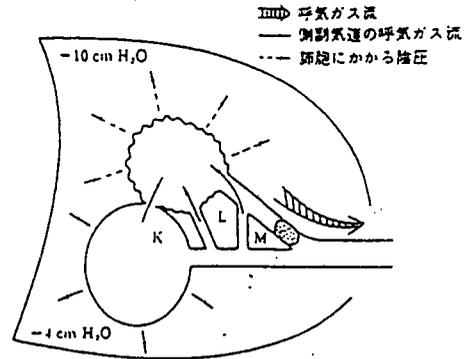


図4 無気肺改善に不可欠な側副気道
側副気道を通して肺泡に流出したガスは、呼気時に細気管支を閉塞する分泌物を嚙出する。なお、側副気道には Kohn 孔(K)、Martin 吻合(M)および Lambert 吻合(L)があり、細気管支よりも末梢で肺泡に接続している。閉塞肺泡を上側にすると胸腔内陰圧は増加し、肺泡を拡張する力が強く働く。

未覚醒群において自発呼吸のない場合や深呼吸が促せない場合でも、二人の介助者で、non-rebreathing バックによる加圧と squeezing を組み合わせれば、正しい呼吸パターンが得られると考える。丸川も ICUにおける肺理学療法では、患者の協力は必須ではないと述べている⁷⁾。また、一回換気量の増加に伴い、必然的に PaCO₂ は一過性に低下するが、squeezing 終了後速やかに元のレベルに戻っている。

squeezing の注意点として、終末呼気陽圧(PEEP)の障害による酸素化能の低下も考えられるが²⁾、今回の実験ではさほど呼吸障害の強い患者はおらず、また施行時間も短かったことより影響はみられなかった。

V. おわりに

今回の実験では、開心術後の squeezing による胸郭圧迫が循環動態などに与える影響を検討した。結果として、循環動態に大きな影響を与えずに施行することができた。今後は施行時間、排痰体位等を考慮し、さらに効果的な呼吸理学療法を行えるよう、また科学的な判定評価ができるように検討が必要である。

引用・参考文献

- 1) 片田圭一, 清光至他: ICUでの心臓手術後の呼吸理学療法, 理学療法学, 20(3), P180~183, 1993.
- 2) 宮川哲夫: “呼吸理学療法”, 第12回呼吸療法講習会テキスト, 3学会合同呼吸療法認定士認定委員会, 神奈川. 帝京大学医学部附属溝口病院麻酔科, P113~119, 1996.
- 3) 宮川哲夫: “呼吸理学療法”, 入門・呼吸療法, 沼田克雄, 東京, 克誠堂出版, P147~190, 1993.
- 4) Phang . P. T., Keough. K. M. W : Inhibition of pulmonary surfactant by plasma from normal adults and from patients having cardio pulmonary bypass . J ThoracCardio-vasc Surg . 91, P248~251, 1986.
- 5) 公文啓二, 平田隆彦他: 冠動脈再建 (A-C bypass) 術の術後管理, 麻酔, 36. (11), P1551~1555, 1985.
- 6) 丸川征四郎, 尾崎孝平: 血液酸素化改善のための諸法, 救急医学, 16, P1043~1047, 1992.
- 7) 丸川征四郎: “ICUの肺理学療法”, ICUのための新しい肺理学療法, 丸川征四郎編, 大阪, メディカ出版, P9~16, 1990.