

原 著

非開胸心マッサージ (External cardiac massage) にともなう合併症 — とくに胸骨・肋骨々折につ いて

清 野 誠 一 萱 場 泓 邦
滝 本 真 小 田 切 徹 太 邦

(信州大学医学部麻酔学教室)

COMPLICATIONS FOLLOWING EXTERNAL CARDIAC MASSAGE

Seiichi KIYONO, Kiyoo KAYABA, Makoto TAKIMOTO
and Tetsutaro OTAGIRI

Department of Anesthesiology, Faculty of Medicine, Shinshu University

Key words: 非開胸心マッサージ (external cardiac massage), 胸骨々折 (sternum fracture),
肋骨々折 (rib fractures), 心肺蘇生法 (cardio-pulmonary resuscitation)

非開胸心マッサージ (external cardiac massage, closed chest cardiac massage) の方法は1960年 Kouwenhoven¹⁾らによって最初に報告された。それからの救急蘇生法の進歩、普及はまことにめざましいものがあり、最近では医療関係者以外の人によっても心マッサージの行なわれる可能性が多くなってきている。この場合蘇生法が正しく行なわれないと重篤な合併症を起こす危険性がある。Baringer²⁾, Clark³⁾, Henriksen⁴⁾によれば非開胸心マッサージの行なわれた患者について、死後剖検を行なってみると、かなりの高率で肋骨および胸骨々折が認められたと報告している。世界麻酔医学会連合から発行された心肺蘇生法の実際⁵⁾医療従事者のためのマニュアルによれば「体外的心圧迫は、正しく行なっても肋軟骨剝離や肋骨々折 (特に老年者では) を起こすが、これは重大な合併症とはいえない。グラグラの胸郭の場合は、蘇生後長時間の調節呼吸を必要とする。胸骨のあまり高い部分に圧をかけると胸骨々折を起こすことがあり、低すぎると肝臓破裂を起こす。また側方より圧をかけると肺の損傷を起こす。骨髄の塞栓を起こすこともあるが、重篤なものではない」と書かれている。心マッサージ

を効果的に行なうためにはかなりの訓練が必要であり、この方法に十分慣れた人でも緊急事態になると精神的に興奮し、蘇生法の基本を忘れ、無用な合併症を起こしかねない。ましてや一般人に蘇生法を教育する場合、特に肋骨々折の可能性を強調しないと、蘇生に成功しても合併症のために不幸な結果を招くことがある。今迄この点について、まとまった報告は少なく、心肺蘇生法にともなう合併症の診断と治療について、胸骨・肋骨々折を中心に述べる。

Ⅰ. 非開胸心マッサージにより肋骨々折 を合併した症例

67才 男子、体重60kg

主訴: 黄疸および上腹部痛、約2ヶ月前より下痢と上腹部痛あり、診断不明のまま対症療法を受けていた。1週間前より黄疸が現われた。術前検査で血圧130/60mmHg、全身に黄疸を認める。心臓は肥大し、EKGで心房細動、ST下降あり、肝臓は3横指触れ、硬く、圧痛あり、両下肢に浮腫を認める。赤血球数 348×10^4 、白血球数 5600、Hb 68%、血清蛋白 6.7 g/dl、電解質は異常なし。黄疸指数 45、総ビリルビン

7.8 mg/dl, 直接ビリルビン 6.3 mg/dl, 間接ビリルビン 1.5 mg/dl, ZTT 13.0 K.U., TTT 4.5 S-H U., CCLF (+), GOT 128 K.U., GPT 68 K.U., 尿: 蛋白 (+), ウロビリノーゲン (+), ビリルビン (卅), 糞便の潜血反応陽性であった。

閉塞性黄疸の診断の下に試験開腹術が行なわれた。

麻酔はオピスタン 35mg, アトロピン 0.4mg 筋注による前投薬の下に, 2.5% ラボナール 200mg 静注により導入し, サクシン 40mg 静注下に挿管, GOE 麻酔 (笑気 3ℓ, 酸素 3ℓ, エーテル 3~6%) を行なった。術中の筋弛緩はクラレ 19.5mg を用いることによって得られた。肝門部に腫瘍の浸潤を認め, 胆道癌と診断された。根治手術不能のため肝穿刺によるドレナージを試みたが成功せず, 約 2 時間で手術は終了した。麻酔経過は順調で, 血圧は安定し, 麻酔後の覚醒も良好で, 換気量も十分にあり, リバースを行なう必要なく麻酔を終了した。回復室でしばらく経過を観察したが, 患者の意識は鮮明で, 血圧も安定しているので午後 5 時 40 分病室へ帰した。病室のベッドに患者を移してから間もなく患者の状態が急変していることに看護婦が気づき, 直ちに受持医に連絡した。急性心停止の診断の下に心肺蘇生法を実施しながら麻酔医の応援が求められた。午後 6 時麻酔医到着し, 強力な蘇生を行なったが, 心マッサージにより股動脈の拍動を触れないので, さらに胸壁圧迫に力を加えたところ骨折音を聴取した。気管内チューブを挿入し, 100% 酸素による人工呼吸を行ない, 非開胸心マッサージは無効と判断し, 午後 6 時 5 分頃開胸心マッサージにきりかえた。開胸すると心臓は心拍停止の状態にあったので, 1000 倍アドレナリン 0.5cc を心室内に注射し, 直接心臓マッサージを行なった。6 時 9 分に心拍動再開し, 血圧も 100mmHg, 脈搏数 68 回に回復した。人工呼吸を行ないながら患者を手術室に運び, EKG, EEG, 中心静脈圧, 血圧を持続的にモニターし, 経過を観察した。6 時 40 分: 瞳孔は縮小し, 対光反射はわずかながら認められた。6 時 50 分: 自発呼吸出現した。7 時 30 分: 血圧・呼吸いずれも安定しているので左第 5 肋骨の一部を切除し閉胸した。この間 EEG は平坦で, 回復の徴候は全くなかった。閉胸直後から全身に間代性の痙攣が現われた。時間の経過とともに痙攣発作の間隔は短くなり, 心拍再開後 14 時間で不幸な転帰をとった。

剖検所見: 肝外胆道癌 (adenocarcinoma) による胆道閉塞, 脳浮腫, 心胸腔内出血, 心筋内出血, 両側気

管支肺炎, 冠動脈硬化, 腎動脈硬化, 左心室肥大などが主な所見であった。麻酔医の立場から, 肋骨々折および気道の状態を精査してもらい次の所見が得られた。主気管から気管支にかけて黄色膿性の気道分泌物を多量に認め, 左副胸骨線で第 5 肋骨から第 7 肋骨におよぶ骨折がみとめられた。

本症例は麻酔医により肋骨々折をおこすほど強力な非開胸心マッサージが行なわれたにもかかわらず心拍再開せず, 開胸心マッサージによりようやく有効な心拍動が得られた。67 才という年齢を考えると非開胸心マッサージでは十分な効果が期待できず, できるだけ早い時期に開胸心マッサージにきりかえていたならば, あるいは救命できたかもしれない。急性心停止の予後を左右するもっとも重要な因子は, 脳循環の停止とともに進行する中枢神経系の hypoxia である。この hypoxia をなるべく速に取り除くことが心肺蘇生法の要点である。清野⁹⁾は呼吸が全く停止した状態でも, 気管内に 100% 酸素を吹き込むだけで, いわゆる diffusion respiration により相当量の酸素がとり込まれ, 心肺蘇生法において肺内に酸素を吹き込むことの重要性を強調している。心肺蘇生法において, 酸素化された血液を, 有効な心マッサージにより, 脳および冠動脈に送り込み, 中枢神経系の hypoxia による不可逆性変化を防ぎ, 有効な心拍動の再開をはかることがもっとも大切であることは言うまでもない。

Ⅱ. 非開胸心マッサージによる合併症について

文献上報告されている合併症をまとめると表 (1) のごとくで, もっとも頻度の多いのは肋骨々折である。

表 (1) 非開胸心マッサージによる合併症

1. 肋骨・胸骨々折
2. 血胸
3. 気胸
4. 心タンポナーデ
5. 肝損傷
6. 脾損傷
7. 血管損傷
8. 後腹膜出血
9. 膀胱出血
10. 骨髓栓塞

1) 肋骨々折および胸骨々折

a) 発生頻度: Clark³⁾によれば 19 例中 68% に肋骨・

非開胸心マッサージ (External cardiac massage) にともなう合併症

胸骨々折が剖検により認められ、Baringer²⁾は84例中33%、Yanoff⁷⁾は11例中55%とかなり高率に発生することを報告している。Wartier⁸⁾は挺子の原理を用いた心マッサージ器を工夫し、8例に用いて1例も肋骨々折を起こさず、日常の訓練が大切であることを強調している。

b) 好発部位：Clark³⁾、Henriksen⁴⁾らの症例に著者の症例を加えて骨折部位の明らかなものをグラフ

上にプロットしてみると、図(1)のごとくである。胸骨に近い肋軟骨接合部附近に多発し、左側がやゝ多い。骨折範囲は第2肋骨から第7肋骨に及んでいる。左右の前腋窩線にも比較的多い。胸骨々折は第3および第4肋骨の高さで、横骨折がみられる。

c) 年齢との関係：20才以下の若年者は胸郭の弾性が十分にあるので、肋骨々折をほとんどおこさない。Henriksen⁴⁾によれば表(2)のごとく、20才以下で

肋骨番号	右側			胸骨	左側		
	中腋窩線	前腋窩線	副胸骨線		副胸骨線	前腋窩線	中腋窩線
1							●
2	●	● ●	● ● ● ●		● ● ● ●	●	●
3	●	● ● ●	● ● ● ●	● ● ●	● ● ● ● ●	● ● ● ●	●
4	●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ●	● ● ● ● ● ●	● ● ● ● ●	●
5	●	● ● ● ●	● ● ● ● ●	●	● ● ● ● ● ● ●	● ● ● ● ●	
6	●	● ● ● ●	● ● ● ● ●		● ● ● ● ● ●	● ● ● ● ●	
7		● ● ● ● ●	● ● ● ● ●		● ● ● ● ● ●	● ● ● ● ●	
8					● ● ●		
9					●		

図1 胸骨・肋骨々折の好発部位

表(2) 肋骨々折と年令の関係
(Henriksen⁴⁾による)

年令(才)	症例数	骨 折 発生率	平 均 骨折数
0 ~ 20	8	0%	0
20 ~ 30	2	97%	2
30 ~ 40	3		5
40 ~ 50	5		5
50 ~ 60	8		9
60 ~ 70	3		7
70 ~ 80	7		9
> 80	1		19
計	37	平均 75%	

は骨折発生率0%, 20才以上では97%の高率でおきている。

平均骨折数は2~9本であるが、80才以上の1例では19本の多きに及んでいる。この表からわかることは、年令の増加とともに骨折の発生率および骨折本数が増加することである。

d) 肋骨々折・胸骨々折の危険性とその対策：肋骨々折の範囲がせまく、骨折本数が数本以内のときはほとんど問題にならない。多発性肋骨々折の場合は胸郭の安定性が失われ、吸気時に胸壁が沈み、呼気時にふくらむいわゆる奇異呼吸の状態となり、いちじるしい呼吸障害をおこしてくる。これに気胸、血胸などが合併すると換気障害はさらに高度となる。交通事故でハンドルに前胸壁をぶつけるとほぼ同じような肋骨・胸骨々折をおこす。Heroy⁹⁾らはこれを“steering wheel” injury と名付け、胸骨の牽引固定法が有効であることを報告している。著者¹⁰⁾も材木に胸部をはさまれ、両側多発性肋骨々折をともなった crushed chest injury (flail chest) に胸骨牽引固定法および気管切開を行ない全治させることができた症例を経験し報告した。胸壁損傷の診断・治療上重要なことは患者の呼吸状態を注意深く観察することが第一歩である。必要があれば胸部の単純X線撮影、換気量の測定、血液ガス測定などを行ない、治療方針をたてる。治療の根本は適正換気の維持と、胸郭の安定性の回復にある。

e) 胸骨・肋骨々折の治療

イ) 気管切開：換気量の減少、喀痰の喀出困難がある場合に適応となる。

ロ) レスビレーターによる人工呼吸（間歇的陽圧

呼吸または調節呼吸）

ハ) 骨折部の絆創膏固定

ニ) 砂のうによる圧迫（奇異呼吸運動の防止）

ホ) 牽引固定法：肋骨を布鉗子ではさみ牽引固定する。軟部組織にピン（長さ約9cm）を数本とおして牽引固定する方法もある。胸骨の中央で、鋼線を後壁にそってくぐらせ牽引固定する方法は両側多発性肋骨々折に効果がある。

肋骨々折による副損傷として、血胸・気胸・心タンポナーデがあげられ、いずれも正しい治療が行なわれないと生命が危険にさらされる。特に心タンポナーデはすみやかに開胸し、血液をとりのぞかなければならない。治療方法の実際については成書にゆずり省略する。

2) 腹腔内臓器損傷

誤まった心マッサージにより、肝損傷、脾損傷、血管損傷による腹腔内および後腹膜出血、脾出血などが報告されている。Clark²⁾は非開胸心マッサージを行なった19例中4例に肝破裂、2例に脾破裂をおこし、Baringer²⁾らは46例中5例（11%）に肝損傷をともなったと報告している。腹腔内臓器損傷は出血によりショック状態に移行し、致命的な結果をもたらすことがあるので、蘇生に成功した後も、これら合併症の有無を注意深く観察し、腹腔内出血が疑われる時は直ちに開腹、止血する必要がある。

3) 骨髄栓塞・脂肪栓塞

Yanoff⁷⁾によれば、非開胸心臓マッサージが行なわれ、不幸にして死亡した11例を解剖してみると、そのうち10例（91%）に骨髄栓塞または脂肪栓塞が、肺動脈または毛細管中にみられたと報告している。これら肺栓塞症は胸骨肋骨々折の存在の有無とは関係がなく、その発生のメカニズムは、肋骨が外力で曲げられたり圧迫されると、骨髄内で小骨折をおこしているか、または骨髄成分が外力により血管内にしぼり出されるためであるとしている。Kouwenhoven¹⁾、Baringer²⁾らもかなりの高率で肺に骨髄および脂肪栓塞が合併していることを報告しており、非開胸心マッサージの合併症として無視できないものである。肺栓塞が広範におよぶと、肺循環、肺胞換気に種々の障害が起きてくるので、蘇生成功後に血液ガス所見の異常（PaO₂ 低下、A-aDO₂ の増大）が見られた時は一応この合併症を考慮する必要がある。

Ⅲ 非開胸心マッサージによる合併症の 予防対策

非開胸心マッサージによる合併症の大部分は肋骨々折により二次的に発生する場合が多い。有効な心拍血量を得るためには、胸骨が十分に背側方向に沈下し、心臓が椎体との間にはさまれて圧迫されることにより血液を駆出する必要がある。非開胸心マッサージを最初に報告した Kouwenhoven¹⁾らは胸骨の下半分を椎体の方向にむかって3~5cm押し下げる必要があるとしている。しかしながら Rivkin¹¹⁾らは2~3cmでよいとし、Warltier⁸⁾は10cmが必要であるとし、定説がない。この時胸壁に加えられる圧力は約30~40kgになる。

Johansen¹²⁾らは死体および全身麻酔下にクラーレ化した患者について、前胸壁圧迫の実験を行ない、次のような成績を報告している。

1) 前胸壁に加えられた圧力と胸骨の移動(沈下)には直線関係があり、老人の死体では4.5~6.5cm胸骨を沈下させると肋骨々折が起きる。

2) 老人において、胸壁に加わる圧力部分の面積が大きい程骨折をおこしにくい。

3) 肺気腫患者で胸郭の前後径が大きい人には有効な心マッサージを行ない難い。

4) 年令が若いほど有効な心マッサージが実施できる。

5) 心マッサージの効果を左右する因子は、胸郭の弾性(コンプライアンス)と internal A-P diameter (胸骨後面から椎体前面までの距離)である。

internal A-P diameter の測定方法は胸郭の前後径を計り、その値から8cmを引けばよい。この値が10cm以上になると、有効な心マッサージが期待できなくなってくる。すなわち心臓を含めて周囲の軟部組織の厚さを約5cmとすれば、internal A-P diameter が8cmの人では、胸骨が2.0~3.0cm沈めば有効な心圧迫と血液の駆出を期待できる。肺気腫患者で胸郭の前後径が27cmあったと仮定すれば、internal A-P diameter は19cmとなり、胸骨が4~6cm沈下してもなお有効な心圧迫は得られない。

非開胸心マッサージは個体の条件により、効果が全く期待できない場合がある。ことに60才以上の老人になると胸郭の弾性は低下し、多少とも肺気腫の傾向がみられるため、胸骨を圧迫する際十分に注意しないと、胸骨・肋骨々折をおこし易い。

非開胸心マッサージの実施にあたって、まず年令、

次いで胸郭の前後径 internal A-P diameter および胸郭の弾性を十分に考慮した上で、最初の胸壁圧迫によりどの程度の効果が期待できるかを判断することが大切である。急性心停止という非常事態に遭遇すると、精神的に興奮し、不必要な力を加えて初期の段階で肋骨々折をおこしてしまう場合が多い。心マッサージが有効に行なわれているかどうかの判断にはかなりの医学的知識を必要とする。救急蘇生法の教育にあたってはこれらの点を十分に強調し、不必要な合併症を避けることが望ましい。人工呼吸法は医療関係者以外の一般人にも広く普及する必要があることは云うまでもないが、非開胸心マッサージは医療従事者に限った方がよいのではないかと考えられる。老人または肺気腫で胸郭の前後径の増加している人では非開胸心マッサージは胸骨・肋骨々折の合併症なしに効果が期待できないとすれば、むしろ積極的に開胸心マッサージを行なった方がよいのではないかと考える。

結 語

67才男子、試験開腹術後病室において発生した急性心停止に、非開胸心マッサージを実施し、肋骨々折の合併症を起した症例について報告した。非開胸心マッサージは若年者には有効であるが、年令の増加とともにその効果が期待できなくなるのみならず、胸骨・肋骨々折をおこし易くなる。老人に対する非開胸心マッサージは効果のない場合が多いので、状況が許せば積極的に開胸心マッサージを行なう方がよいと考える。

文 献

- 1) Kouwenhoven, W. B., Jude, J. R. and Knickerbocker, G. G.: Closed chest cardiac massage. J. A. M. A., 173: 1064-1067, 1960
- 2) Baringer, J. R., Salzman, E. W., Jones, W. A. and Friedlich, A. L.: External cardiac massage. New Engl. J. Med. 265: 62-65, 1961
- 3) Clark, D. T.: Complications following closed-chest cardiac massage. J. A. M. A., 181: 337-338, 1962
- 4) Henriksen, H.: Rib fractures following external cardiac massage. Acta anaesth. scand. 11: 59-64, 1967
- 5) Safer, P.: Cardio-pulmonary resuscitation---A manual for physicians and paramedical instructors. p.31, The world federation of

society of anesthesiologists, 1968

- 6) 清野誠一：心拍停止とその処置. 災害医学, 16 : 273-280, 1973
- 7) Yanoff, M. : Incidence of bone-marrow embolism due to closed-chest cardiac massage. New Engl. J. Med., 269 : 837-839, 1963
- 8) Wartier, A. W. : A machine for giving external cardiac massage, Triangle, 6 : 63-66, 1963
- 9) Heroy, W. W. and Eggleston, F. C. : A method of skeletal traction applied through the sternum in "steering wheel" injury, Ann. Surg., 133 : 135-138, 1951
- 10) 清野誠一, 井上直春, 矢島 嶺 : 両側多発性肋骨々折に対する胸骨牽引固定法. 外科診療, 7 : 119-122, 1965
- 11) Rivkin, L. M., Roe, B. B. and Cardner, R. E. : Closed chest cardiac resuscitation, Am. J. Surg., 104 : 283-291, 1962
- 12) Johansen, S. H. : Relationship between displacement and pressure in closed-chest cardiac compression, Lancet, 1 : 1130-1131, 1962

(50. 4. 25 受稿)