

## 報 告

## 病院前蘇生における自動心肺蘇生装置 (AutoPulse®) の有用性の検証

八坂 剛一, 山岸 利暢, 田村 洋行, 藤原 俊文

自治医科大学附属さいたま医療センター救急部, 〒330-8503 埼玉県さいたま市大宮区天沼町1-847

## 要 約

【目的】救急隊は少人数の活動である事, 狭い家屋などの環境要因により, 心肺蘇生の質を保つ事が困難である。そこで, 自動心肺蘇生装置 (AutoPulse®) の有用性を検証した。【対象と方法】救急車に AutoPulse® を配備して, 2009年8月から2010年4月まで使用した。対照として, 2008年度心肺停止症例を用い後ろ向きに検証した。【結果】AutoPulse®群14例, 非AutoPulse®群25例。AutoPulse®群は, 目撃なし, bystanderなしの症例が多く, 初期波形asystoleが92.9%を占めたが, 予後は心拍再開率42.9%, 24時間生存率14.3%, 社会復帰率7.1%で, 非AutoPulse®群と有意な差を認めなかった。また, AutoPulse®群は, 現場滞在時間が約1分短縮されていた。1例の社会復帰症例は, 目撃あり, bystanderなし, 初期波形asystoleの症例で, 心拍再開まで32分を要したが社会復帰できた。【まとめ】病院前蘇生における AutoPulse®の使用は, 救急隊の負担軽減, 現場滞在時間の短縮につながる。また, 質を保った絶え間ない胸骨圧迫が可能となり, 心拍再開率, 社会復帰率の増加が期待される。

(キーワード: 病院前蘇生, 心肺蘇生, 胸骨圧迫, 自動心肺蘇生装置)

## I. はじめに

心肺蘇生において, 質を保った絶え間ない胸骨圧迫の重要性は2005年以降AHAガイドラインにおいて特に強調されている。しかし, 病院前蘇生において, 救急隊は少人数での活動である事, 日本特有の狭い家屋などの環境要因により, 質を保った絶え間ないcardiopulmonary resuscitation (以下CPR) は困難な状況にある。そこで, 自動心肺蘇生装置 (AutoPulse®) を用いる事で, 絶え間ないCPRが可能となり, 搬送時間の短縮や心拍再開率の増加, さらに社会復帰率の増加につながる可能性があると考えられ検証を行った。

## II. AutoPulse®とは

AutoPulse®は負荷分散バンド (load-distributing band) が胸郭を包み込み, 効果的なプレッシャーとリコイルを行う装置で質を保った絶え間ない胸骨圧迫が可能となる装置である。AHAガイドライン2010では, 手動的CPRの代わりに使用することを支持するあるいは否定するデータは十分ではないが, 手動的CPRが難しい場合は考慮してもよいとされている。

使用方法は, バンドに巻き込まないように衣類を脱衣して, 背板のようなボードに肩の位置を合わせて載せ, ライフバンドを胸部に巻きつけ, コントロールパネルのスイッ

チを押すことでバンドが胸部に巻きつき胸郭全体を圧迫する。圧迫のモードは30対2と連続モードがある。(図1)

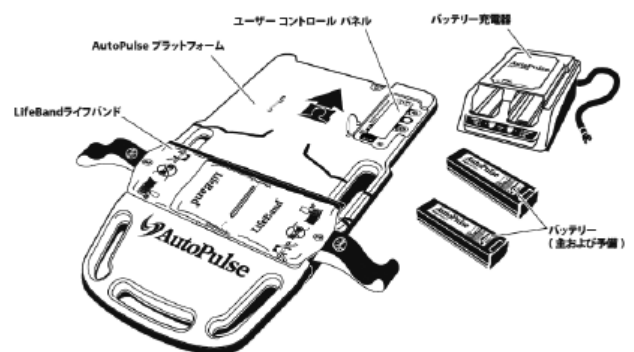


図1. AutoPulse®本体と附属品

## III. 対象と方法

2009年8月から2010年4月まで, さいたま市消防局大宮消防署の救急車にAutoPulse®を1台配備してプロトコールに沿って試験運用された。

AutoPulse®使用症例の中で当院へ搬送となった症例をAutoPulse®群とした。ただし, 病院到着前に途中で手動的圧迫に切りかえた症例は除いた。対照として, 前年(2008年)に大宮救急隊が当院へ搬送した心肺停止症例を非

AutoPulse®群として、後ろ向きに検証した。

検証項目は、年齢、性別、目撃の有無、bystander CPRの有無、初期波形の種類、患者接触からAutopulse®装着までの時間、現場滞在時間、心拍再開の有無、生存退院の有無、搬送時のAutopulse®使用に対する救急隊の感想について、救急隊搬送表、当院診療録より抽出した。また、統計解析には医学統計ソフト (StatMate IV®) を用い、t検定およびカイ二乗検定を行った。p<0.05を統計的有意とした。

#### IV. AutoPulse®の適応症例とプロトコール

試験運用時のAutoPulse®の適応と禁忌項目は表1の通りで、プロトコールは図2のように心肺停止確認後に速やかにAEDを装着してアナウンスに従い、その後、AutoPulse®を装着した。bystander CPRがない場合はAED装着前に5サイクルのCPRを行った。

表1. AutoPulse®の適応症例

◆適応
✓ 心肺停止の傷病者
✓ 胸囲76~130cmおよび胸幅25~38cmの成人
◆禁忌
✓ 18歳未満
✓ 胸腹部に外傷のある(疑い含む)心肺停止傷病者
✓ 妊婦
✓ 救急隊長が現場の状況により装着が困難と判断した場合

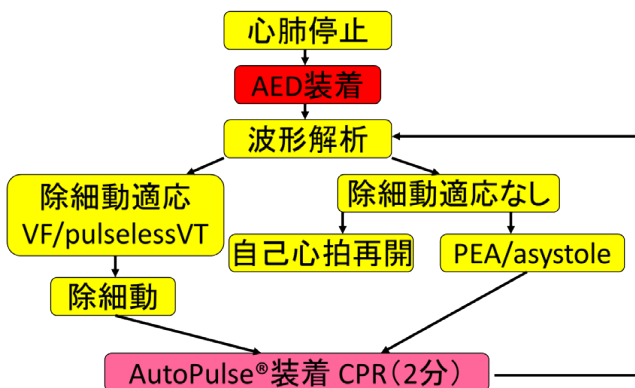


図2. AutoPulse®病院前使用プロトコール

#### V. 結果

##### A. 各群の比較 (表2)

AutoPulse®群は14例、非AutoPulse®群は25例であり、AutoPulse®群で男性の割合が多く、目撃なし、bystanderなしの症例が多く、92.9%が初期波形でasystoleであった。

表2. 各群の比較

	AutoPulse®	非AutoPulse®	p value
症例数	14	25	
平均年齢	72.9	69.6	0.526
年齢範囲	40 - 87	22 - 96	
男:女	11 : 3	13 : 12	0.196
目撃あり	5	11	0.869
bystander CPRあり	3	13	0.128
初期波形 VF	1	2	0.596
PEA	0	7	0.079
Asystole	13	16	0.110

##### B. AutoPulse®の装着時間 (図3)

AutoPulse®の装着時間を検証すると、接触から装着までの時間は3-5分が多く、平均5分14秒であった。特に装着時間の遅かった3症例は、他の救急隊が先着して蘇生処置を開始、その後、大宮救急隊が後着し装着した症例と、窒息のため気管挿管を優先した症例、浴槽内の心肺停止症例で移動後に装着した症例であった。

その3例を除くと、平均3分28秒であった。

##### C. 現場滞在時間の比較 (図4)

現場滞在時間を比較すると、AutoPulse®群で平均17分27秒、非AutoPulse®群は平均18分44秒で、AutoPulse®群が1分ほど現場滞在時間が短くなっていった。

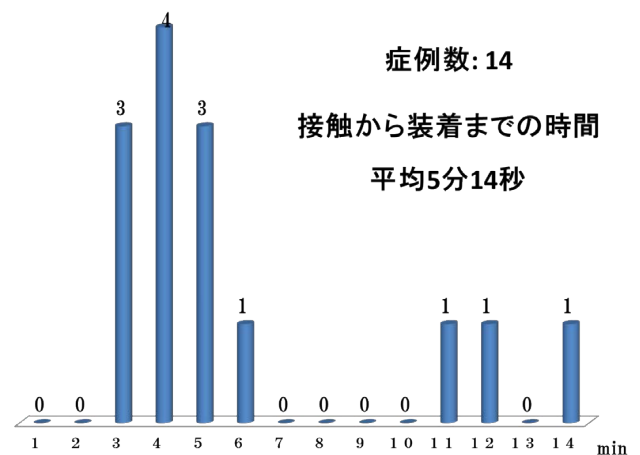


図3. 患者接触からAutoPulse®装着までの時間

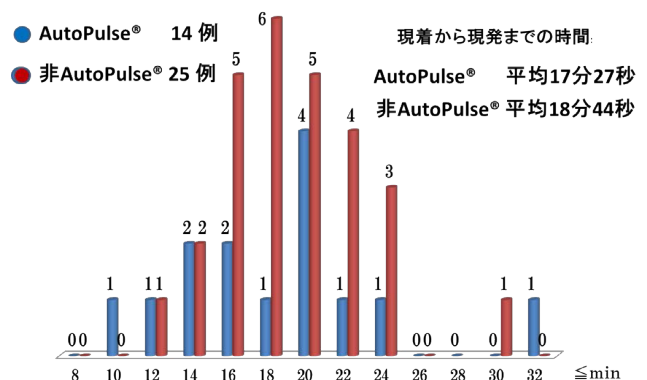


図4. 現場滞在時間の比較

**D. 搬送時の救急隊員の感想、意見**

救急隊の搬送表には、AutoPulse®搬送時の救急隊員の感想、意見が全例14例で記述されており、全例で搬送時有効との回答であった。その理由として、図5のように、胸骨圧迫係が不要となり、人員に余裕ができ、気管挿管、静脈路確保の際も介助が十分にできる事、図6のように、階段やエレベーターなどの障害物に対して、胸骨圧迫が不十分になったり、中断をすることなく搬送が出来る事、また、救急車内では、人工呼吸器を使用することにより、2人の隊員だけでも、十分な観察、エピネフリン静注などの処置がスムーズに施行可能となる事であった。ただし、静脈路確保の際に穿刺部が動いてやりづらい、搬送時に機械の重さ（約10kg）が加わって重いという感想もあった。

**E. 合併症**

試験的運用中に、AutoPulse®使用による明らかな合併症は認めなかった。



図5. AutoPulse®を作動しながらの静脈路確保



図6. AutoPulse®を作動しながらの階段移動

**F. 予後の検証**

**1. 目撃, bystander別の検証 (図7, 8)**

目撃, bystanderでの心拍再開, 24時間生存, 生存退院について、検証を行った。AutoPulse®群は目撃ありの5例中4例がbystanderなしであったにも関わらず、4例(80.0%)で心拍再開を認め、目撃なし, bystanderなしの症例でも7例中2例(28.6%)で心拍再開を認めた。24時

間生存は2例, 生存退院は1例であった。非AutoPulse®群は目撃ありの11例中8例(72.7%)で心拍再開を認めたが、目撃なし, bystanderなしの症例では、7例全例で心拍再開を認めなかった。24時間生存6例, 生存退院は1例であった。

**2. 初期波形別の検証 (図7, 8)**

初期波形別の予後を検証すると、AutoPulse®群は asystole 13例のうち5例(38.5%)が心拍再開し、1例に生存退院も認めた。非AutoPulse®群では、VFで2例がともに24時間生存, 1例で生存退院。PEAでも6例(85.7%)で心拍再開, 3例(42.9%)で24時間生存した。asystoleでは16例中心拍再開は2例(12.5%)であった。

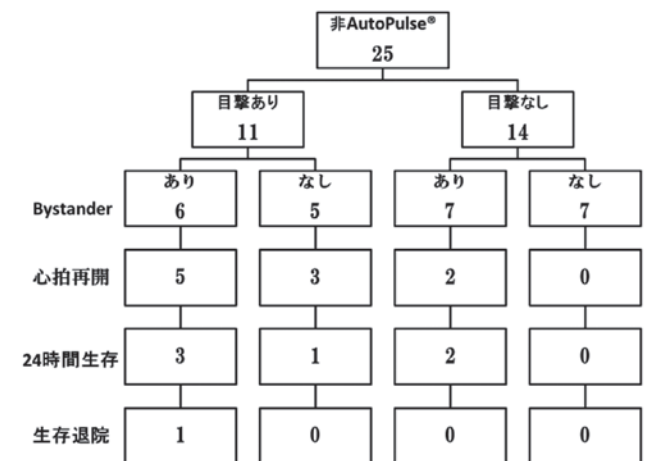
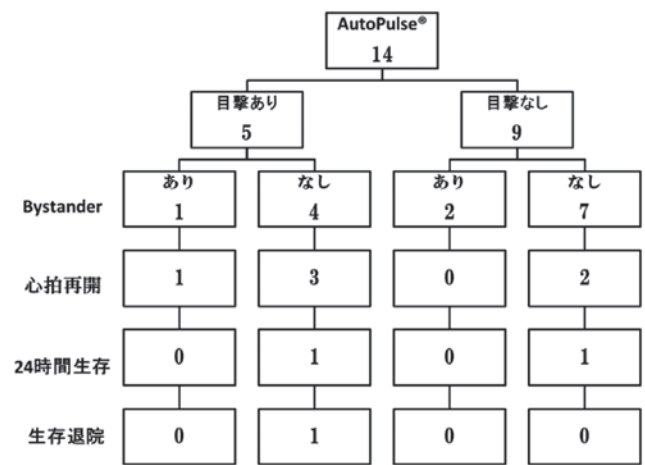


図7. 目撃, bystanderの有無による予後

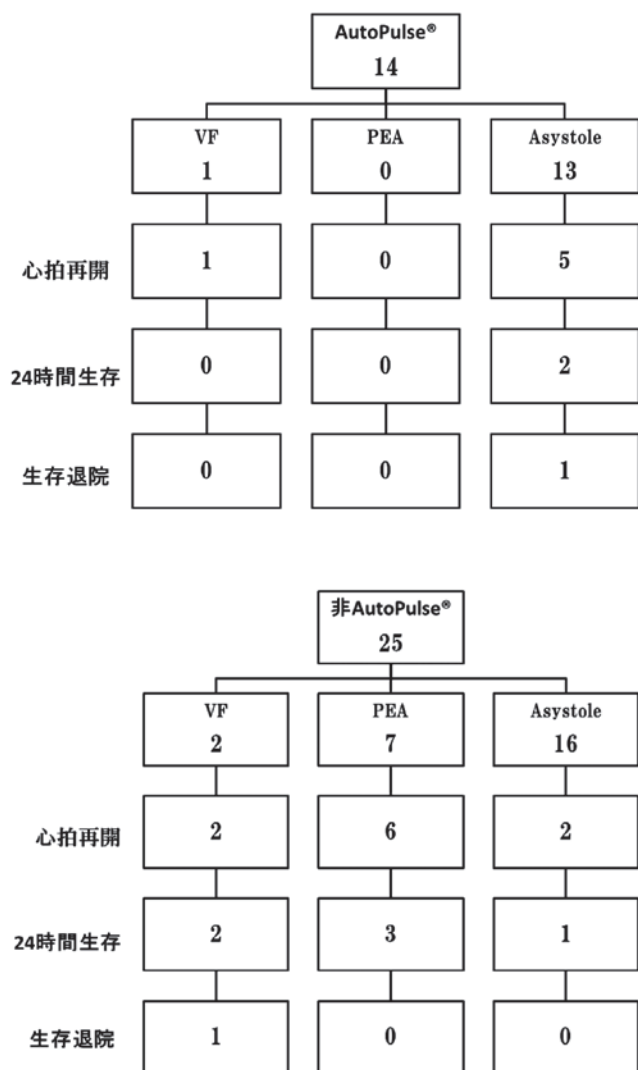


図8. 初期波形別の予後

表3. 各群の予後比較

	AutoPulse®	非AutoPulse®	p value
症例数 (例)	14	25	
心拍再開 (例)	6	10	0.869
心拍再開率 (%)	42.9%	40.0%	
24時間生存 (例)	2	6	0.759
24時間生存率 (%)	14.3%	24.0%	
生存退院 (例)	1	1	0.742
生存退院率 (%)	7.1%	4.0%	

### 3. 予後の比較 (表3)

2群の予後比較では、心拍再開、24時間生存、生存退院ともに有意差は認めなかった。非AutoPulse®群の生存退院症例は、45歳男性、目撃あり、bystanderありの致死性不整脈の症例で脳低温療法、ICD植え込みを行い、完全社会復帰をした症例であった。AutoPulse®群の生存退院症例は、40歳男性、目撃あり、bystanderなし、病院到着時asystoleの心筋梗塞症例であり、覚知から心拍再開まで32分を要したが、冠動脈ステント挿入、脳低温療法を行い、軽度の高次機能障害を残す程度 (CPC 1, mRS 1) で社

会復帰している。

### VI. 考察

AutoPulse®と手動的CPRの血行力学的比較実験において、動物実験では、Ikenoら<sup>1)</sup>やHalperinら<sup>2)</sup>は、AutoPulse®群のほうが、脳還流圧 (CPP) の増加を認め、心筋血流、脳血流を増加させたと報告しており、ヒトにおける検討でも、Duchateauら<sup>3)</sup>は、AutoPulse®により、拡張期血圧、平均血圧が有意に増加し、Timermanら<sup>4)</sup>は、AutoPulse®により、CPPの増加を有意に認めたことを報告している。手動的胸骨圧迫以上の質の高い胸骨圧迫が継続して期待できる。

本検証において、AutoPulse®の装着は、患者接触から装着まで約5分と短く、現場滞在時間は約1分短縮されており、懸念された機材装着による現場滞在時間の延長は認められなかった。救急隊の感想でも、階段やエレベーターなどの障害物に対して胸骨圧迫を中断することが少なく、胸骨圧迫係が不要となり人員が確保できることから、搬送や活動がスムーズになったと感じている。このことから、AutoPulse®使用により、病院前蘇生において質を保った絶え間ない胸骨圧迫が可能となるだけでなく、活動にあたる救急隊の負担軽減、円滑な処置や搬送にもつながることが期待できる。

AutoPulse®の病院前使用による予後については、Casnerら<sup>5)</sup>は、心拍再開率が手動的CPR群 (93例) の29%に比べて、AutoPulse®群 (69例) は39%と有意に改善し、特にasystole、PEAでより再開率が増加したと報告している。また、Ongら<sup>6)</sup>の報告では、心拍再開率、退院率が、手動的CPR群 (499例) の20.2%、2.9%に比べて、AutoPulse®群 (284例) は34.5%、9.7%と有意に改善したが、神経学的予後の改善は認めなかった。

本検証では、AutoPulse®群において、心拍再開率、24時間生存率、社会復帰率のいずれも両群に統計的有意差を認めなかった。しかし、AutoPulse®群には、目撃なし、bystanderなし、初期波形asystoleの症例が非常に多く、それを考慮に入れると、有効性が期待できる結果であると思われる。また、社会復帰した1症例は目撃あり、bystanderなし、初期波形asystoleの症例で、心拍再開まで約32分を要した症例であったが、心臓カテーテル治療、脳低温療法を施行して、高次機能障害を残した程度 (CPC1) で社会復帰できた。Nagaoら<sup>7)</sup>SOS-KANTOの調査では、目撃ありCPA4068例において、神経予後良好例 (CPC1+2) は、bystanderなしで2.0%、初期波形asystoleで0.6%と報告されており、本症例は社会復帰が期待しづらい症例であったと考えられる。Risomら<sup>8)</sup>は、AutoPulse®によるCPRを行い、48分後と120分後に心拍再開し、神経学的障害を全く認めず社会復帰した症例を報告している。AutoPulse®による質を保った絶え間ない胸骨圧迫が脳血流を保ち社会復帰につながった可能性が考えられる。

本検証は、単一施設の後向き研究であり検討対象患者数が少なく、統計学的な差を導き出すことが出来なかった。本検証を継続することにより、AutoPulse®の有用性が明らかとなることを期待したい。

## 結語

病院前蘇生におけるAutoPulse®の使用は、救急隊の活動がスムーズになり、救急隊の負担軽減、現場滞在時間の短縮につながる。また、質を保った絶え間ない胸骨圧迫が可能となり、心拍再開率、社会復帰率の増加に寄与することが期待される。

## 利益相反の開示

著者は本論文の研究内容について、報告すべき利益相反を有しません。

## 文献

- 1) Ikeno F, Kaneda H, Hongo Y, et al. Augmentation of tissue perfusion by a novel compression device increases neurologically intact survival in a porcine model of prolonged cardiac arrest. *Resuscitation*2006 ; 68 : 109-118.
- 2) Halperin HR, Paradis N, Ornato JP, et al. Cardiopulmonary resuscitation with a novel chest compression device in a porcine model of cardiac arrest : improved hemodynamics and mechanisms. *J Am Coll Cardiol*2004 ; 44 : 2214-2220.
- 3) Duchateau FX, Gueye P, Curac S, et al. Effect of the AutoPulse sutomated band chest compression device on hemodynamics in out-of-hospital cardiac arrest resuscitation. *Intensive Care Med*2010 ; 36 : 1256-1260.
- 4) Timerman S, Cardoso LF, Ramires JA, et al. Improved hemodynamic performance with a novel chest compression device during treatment of in-hospital cardiac arrest. *Resuscitation*2004 ; 61 : 273-280.
- 5) Casner M, Andersen D, Isaacs SM, et al. The Impact of a new CPR assist device on rate of return of spontaneous circulation in out-of-hospital cardiac arrest. *Prehosp Emerg Care*2005 ; 9 : 61-67.
- 6) Ong ME, Ornato JP, Edwards DP, et al. Use of an automated, load-distributing band chest compression device for out-of-hospital cardiac arrest resuscitation. *JAMA*2006 ; 295 : 2629-2637.
- 7) Ken Nagao, Kimio Kikushima, Tetsuya Sakamoto, et al. Cardiopulmonary resuscitation by bystanders with chest compression only (SOS-KANTO) : observational study. *The Lanset*2007 ; 369 : 920-926.
- 8) Rison M, Jorgensen H, Rasmussen LS, et al. Resuscitation, prolonged cardiac arrest, and an automated chest compression device. *J Emerg Med* 2010 ; 38 : 481-483.

# Examination of the usefulness of an automated device with a load-distributing band (AutoPulse<sup>®</sup>) in out-of-hospital resuscitation

Kouichi Yasaka, Toshinobu Yamagishi, Hiroyuki Tamura, Toshifumi Fujiwara

Department of Emergency Medicine, Saitama Medical Center, Jichi Medical University, Saitama, Japan

## Abstract

**Objective :** Due to the small numbers of personnel available, as well as environmental factors such as the confined quarters of homes in which they must sometimes treat patients, emergency medical services (EMS) teams face difficulties in providing high-quality cardiopulmonary resuscitation (CPR). This study examined the usefulness of AutoPulse<sup>®</sup> in out-of-hospital resuscitation.

**Subjects and Methods :** The ambulance was equipped with one AutoPulse<sup>®</sup> system that was used in treating cardiac arrest cases in which AutoPulse<sup>®</sup> was indicated from August 2009 to April 2010. A comparison was conducted between outcomes for an AutoPulse<sup>®</sup> group, comprising all 14 cases of cardiac arrest transported to this hospital, and a non-AutoPulse<sup>®</sup> group, comprising all 25 cases of cardiac arrest transported to this hospital in 2008.

**Results :** The AutoPulse<sup>®</sup> group consisted of many cases of unwitnessed cardiac arrest with no bystander CPR, and the initial rhythm was asystole (92.9%). The rate of return to spontaneous circulation was 42.9%, the rate of survival at 24 h was 14.3%, and the rate of favorable neurological outcomes was 7.1%. No significant differences were seen between groups in these parameters. The length of time on-site was about 1 min shorter for the AutoPulse<sup>®</sup> group. In the single case of favorable neurological outcome, the cardiopulmonary arrest was witnessed with no bystander CPR, and the initial rhythm was asystole. Despite the fact that 32 min passed before the return of spontaneous circulation, the patient recovered.

**Conclusion :** Use of AutoPulse<sup>®</sup> in out-of-hospital resuscitation facilitates the activities of the EMS team, reducing workload and leading to a shorter time on-site. This enables high-quality and continuous chest compressions, and may contribute to an increase in the rate of return of spontaneous circulation and the rate of favorable neurological outcomes.

(Key words : out-of-hospital resuscitation : cardiopulmonary resuscitation : chest compressions : automated device with a load-distributing band)