

止血法支援アプリケーションの開発

中野 匠[†] 皆月 昭則[‡]釧路公立大学^{†*}

1. はじめに

血液は、全身の細胞に栄養分や酸素を運搬したり二酸化炭素や老廃物を運び出す役割を持つ体液であり、ヒトの体重の7~8%を占める。体重60kgの成人男性の場合の血液量は約5ℓであり、その約20%を失うとショック症状に陥り、それ以上であれば死に至る場合もある。事故等による出血、特に動脈や静脈の損傷による大量出血は、心配・呼吸停止にならんで緊急性が高く、早急な処置が求められる一方で、「止血法についての認知度」は心肺蘇生法に比べて極めて低い。そこで、現在普及が進んでいるスマートフォンを用い、外傷に伴う出血を対象とした止血法の支援をするアプリケーションを開発した。

2. 止血法教育の必要性

事故や災害等での負傷、特に動脈や静脈に損傷がある場合、傷病者は短時間に大量の血液を失う可能性が高い噴き出すほどの出血の場合、約2~3分間で50%の致死量に達するため、緊急性は心肺・呼吸停止に並ぶ高さである。一方、我が国の場合、止血法は心肺蘇生法（およびAEDの使用方法）に比べ、社会での認知度が極めて低く、現場に医師や救急救命士といった、適切な処置ができる専門家が居合わせるとも限らない。この場合、救急車が到着するまで処置が出来ないということになる。また、図1のグラフから考察すると、平成20年における通報から救急車到着までの時間は8分程で、激しく出血しているにもかかわらず止血の適切な処置が出来ない場合、出血が致死量（または生命に危険が及ぶ量）に達するまでに救急車は間に合わない。反面、救急車到着までに止血の処置が済んでいれば、現場到着から病院収容までの約27分間にできる処置が増える。これらの救急活動時間は平成10年から持続的に伸びており、今後も伸びることが予想されるため、止血法の技術的支援・教育の必要性は一層高まると言える。

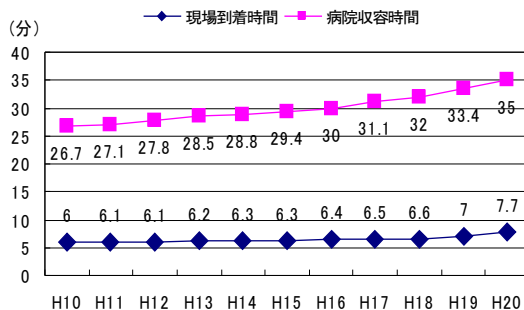


図1 救急車の現場到着時間と病院収容時間の推移[1]

3. 出血に対する人体の反応とショック

人体は、出血により減少した血液を補うため自衛手段を講じるが、その限界を超えると循環不全が起こりヒトはショックに陥る。以下ではその反応についてまとめている。

3.1 出血に伴う人体の反応

i) 心拍数の増加

心臓は出血により減少した血液量を補うために、拍出量を増加させようとする。1回の拍出の絶対量を増加させることは出来ないため、拍出回数を増加させることになり、これが頻脈となって現れる。

ii) 末梢血管の収縮

細動脈が収縮し、減少させた分の血液量で血圧を保持しようとする。その結果、顔面蒼白や四肢が冷たくなるといった症状が現れる。

iii) 細胞間液が血管の中へ移動する

出血により血圧が低下すると、毛細血管内の圧も低下し始めるので、細胞間液が組織から毛細血管に移動し、血液量を増加させようとする。そのため、組織には脱水症状が起こる。

※これらの反応は人体が出血を抑制したり、減少した血液を補うためのものであるため、むやみにそれを乱してはならない。例えば、全身が青ざめ冷たくなったからといって湯たんぽで患者の体を温めることは避けるべきである。

3.2 出血性ショック

出血性ショックは、超早期（数時間内）死亡の主要原因であり、ショックの持続時間が長引いて発生する多臓器不全は、14日以内の死亡の主要原因である。ショックはその重症度とともに持続時間が予後に影響を及ぼすため、早期の止血によるショックの防止・軽減が重要になる。以下に短時間での出血量（全身の血液に対する割合）とショック症状の関係について表にまとめた。

表1 出血量とショック症状の関係

400ml~500 ml (10%)	症状なし
500 ml~800 ml (10%~15%)	浅く速い呼吸、100/分以下の頻脈
800 ml~1000 ml (15%~20%)	血圧が平常より20%ほど低下
1000 ml~1500 ml (20%~30%)	100/分~120/分の頻脈、冷汗、蒼白 睑結膜、四肢が冷たくなる
1500 ml~ (30%~)	意識障害、呼吸障害
2000 ml~2500 ml (50%)	死亡

また、ショックが拡大すると臓器不全（肺や腎臓、消化管の障害）や血液凝固系の障害に発展するが、本アプリケーションによる対応では限界があるため教育支援の対象外とした。

A Development of Hemostasis Supporting Application

† Sho NAKANO, Kushiro Public University

‡ Akinori MINADUKI, Kushiro Public University

4. 出血の種類と止血法

4.1 出血の種類

i) 動脈性出血

鮮血が脈打つように噴き出す。全身から短時間で大量の血液を失う恐れがあり、緊急性が高く、止血が必要になる。

ii) 静脈性出血

赤黒い血液が持続的に湧き出る。太い静脈であれば大量出血、短時間でショックに陥り止血が必要になる。

iii) 毛細血管性出血

指の先を切ったり、転んですりむいたときに血がにじんでくる程度。人口呼吸や心臓マッサージが必要であればそちらが優先である。

4.2 止血法

i) 直接圧迫止血法

出血箇所を直接圧迫する。感染防止のため、患部を十分に覆う事ができる大きさで厚みのある清潔なガーゼや布を用いる。

ii) 間接圧迫止血法

止血点を圧迫する。動脈性の激しい出血の場合に直接圧迫止血法と平行して行うと効果的である。一般には殆ど認知されておらず、事前の教育や現場での技術的支援なしに処置が出来る可能性は低い。

4.3 止血点の圧迫方法

心臓から患部へ向かう動脈の通る部位が止血点 (図 2 参照) となり得る。以下では詳細な場所と圧迫方法を記述する。

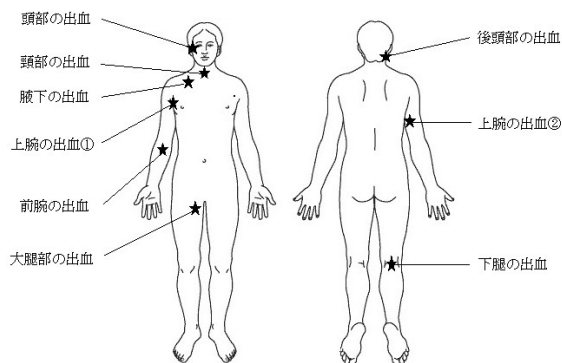


図 2 出血部位に対応する止血点

4.3.1 支援コメント例 (頭部・頸部)

i) 脳天、額、こめかみの出血の場合

耳の横を通り後頭部の方に向かう浅側頭動脈 (耳の前方斜め上 1~2cm の部分) を圧迫する。

ii) 後頭部の出血の場合

乳様突起の後方から上に向かう浅側頭動脈の動脈枝 (耳の後方斜め下 2~3cm の部分) を圧迫する。

iii) 顔面の出血の場合

頸部から顎付近へ向かう顔面動脈 (下顎骨の関節突起部から顎先の方に 2~3cm の部分) を圧迫する。

iv) 頸部の出血の場合

鎖骨中央部から頸部に沿って上方に向かう総頸動脈 (鎖骨中央から上方約 4cm の部分) を後下方に向かって圧迫する。喉仏を横に押しやるように圧迫する。

4.3.2 支援コメント例 (上肢)

i) 腋下の出血の場合

第一肋骨の上方を通る鎖骨下動脈を、鎖骨窩の中に指を入れ第一肋骨に向かって圧迫する。

ii) 上腕の出血の場合

腋窩の中央から下方へ向かう腋窩動脈 (腋窩の中心から少し上腕寄り) を圧迫する。

iii) 前腕の出血の場合

上腕動脈 (肘の内側中央) を圧迫する。

4.3.3 支援コメント例 (下肢)

i) 大腿部の出血の場合

股関節部中央の大腿動脈を大腿骨頭方向に圧迫する。

ii) 下腿の出血の場合

膝関節の後部の中心または大腿部の後部の中心を圧迫する。

5. アプリケーションの概要

本アプリケーションでは「救急車が到着するまでの間に専門家でもなくとも止血の適切な処置ができる」こと、また「早期止血によりショック症状およびその悪化を防止する」ことを目的とし、止血法の技術的支援・教育を行う。Java 言語で開発を実施し、Android 環境で実行できるようにした。スマートフォンに実装し可搬性を得ることで、緊急性の高低や場所を選ばず止血法の技術的支援・教育が可能になる。

アプリケーション上では、出血部位と出血の仕方を入力し、それに対応した止血方法や手順を文字および画像で出力する。また、入力された情報より「直ちに医師による処置が必要か、しばらく安静にさせて容態を観察してからでよいのか」の意思決定を行い、使用者に 119 番通報の是非等を案内する。

5.1 本アプリケーションに期待される効果

- i) 一般に認知されず医学書や専門書を探すしかなかった止血法が、身近になり認知度が上昇する。
- ii) スマートフォンに実装し可搬性を得ることで外出先で事故や災害が起きた場合でも対応が可能になる。
- iii) 画像を表示することで医学的知識の乏しい初心者でも止血点や圧迫方法がわかりやすくなる。

6. アプリケーションの詳細

アプリケーションの詳細については当日、登壇時に紹介する。

参考文献

- [1] 総務省消防庁 HP “救急車の適正な利用について” (2012). http://www.fdma.go.jp/html/new/kyukyu_riyou.html
- [2] 小森栄一 “救急法のすべて” 技術書院 (1982)
- [3] 福島雅典 “メルクマニュアル日本語版” 日経 BP 社 (2006)
- [4] 川崎憲一他 “教師のための救急法百科” 大修館書店 (1980)