

2019年1月11日

報道関係者各位

慶應義塾大学医学部

心電図から心臓カテーテル治療の要否を瞬時に判断する人工知能(AI)を開発

ー救急外来における心筋梗塞治療の効率化へー

慶應義塾大学医学部内科学教室（循環器）の佐野元昭准教授、後藤信一助教らの研究グループは、人工知能（AI）を応用して、胸痛で救急外来を受診した患者の心電図1枚から、その患者にカテーテル治療が必要かどうかを80%以上の精度で瞬時に判定する技術を開発しました。

心臓は心筋と呼ばれる筋肉でできており、全身に血液を送り出すポンプとしての役割を担っています。心臓が活動するために必要な酸素と栄養を供給する血管（冠動脈）には、年齢とともに「悪玉コレステロール」を主とした脂質（プラーク）が沈着していきます。このプラークが破けて、冠動脈内に血の塊（血栓）が急にでき、血液の流れが非常に悪くなったり、血管が完全に詰まったりしてしまうために起こる現象が急性冠症候群（注1）です。

中でも急性心筋梗塞（注2）は、心筋壊死が急速に進行していく病態であり、そのままではポンプ失調（注3）、致死性不整脈（注4）や心破裂（注5）等の命にかかわる事態に陥ります。これを治療するには、詰まっている血管に対し、いかに早くカテーテル治療（注6）を行って冠動脈の血流を再開通させるかが重要です。発症からカテーテル治療開始までの時間を短縮するためには、迅速に診断しなければなりません。この急性冠症候群の診断において、心電図は中心的な役割を果たしていますが、医師の診断能力にはばらつきが大きく、また、現在心電計に搭載されている心電図自動解析の精度も満足いくものではありません。一方で、手足等の動脈から心臓近くまで細い管を挿入するカテーテル検査（注6）は、リスクを伴う検査であり、胸痛を訴える患者全員にやみくもに行うことはできません。真にカテーテル治療が必要な患者を正確に見分けるために、より精度の高い心電図自動解析の開発が求められていました。

本技術は「実際にカテーテル検査を行い、冠動脈を広げる治療を緊急で行ったかどうか」を正解として心電図を学習したもので、これに新しい心電図を与えるとカテーテル治療の要否が瞬時に判定されます。つまり、これまで経験を積んだ循環器内科医がカテーテル検査を含めたさまざまな情報を総合して判断していたことを、本技術によって、心電図が1枚あれば、80%以上の確率で再現できることとなります。心電図は受診すればすぐに検査でき、結果は数分以内に得られます。本技術を心電計に搭載することによって、カテーテル治療の必要性を迅速かつ正確に自動診断し医師に提案することが可能となります。日本人死亡原因の第2位を占める心臓病による死亡を減少させ、健康寿命の延長にも貢献できると期待されます。

本研究成果は、2019年1月9日14時（米国東部時間）米国科学誌『PLOS ONE』オンライン版に掲載されました。

1. 研究の背景と概要

心臓は一度傷つくと自然に再生することはありません。病気等により心臓を形作る心筋細胞が壊死した場合、心臓の機能は低下し、心不全の発症や死亡につながります。残された心筋細胞だけでは十分な機能を維持できない場合、現時点では移植以外の治療法がありません。

心筋梗塞を発症すると、血管が詰まって血流が止まるため、心筋細胞に血液が届かなくなります（虚血）。栄養や酸素の供給がなくなるため、虚血になった心筋細胞は時間とともに壊死していきます。しかし、早期に血流が再開できれば、それ以上の壊死の拡大を防止し、心臓の機能を維持できます。したがって、急性心筋梗塞発症から血流再開までの時間を可能な限り短くすることが、心筋細胞を守り、心臓の機能低下を最小限に抑えるうえで非常に重要です。

急性心筋梗塞の最終的な検査には、手足等の動脈から心臓近くまで細い管を挿入し、患部画像を映し出すカテーテル検査が用いられます。カテーテル検査を行えば、心臓の血管が詰まっているかどうかを実際に見て確認することができ、治療の必要があれば、そのまま治療できます。血流再開を急ぐため、救急の現場では、心臓の血管に病変がある可能性が高ければ、カテーテル検査に進みます。

しかし、血管に器具を挿入するカテーテル検査にはリスクがあり、胸痛を訴える患者全員にやみくもに行うことはできません。本当にカテーテル治療が必要な患者を見分けるため、現在は経験を積んだ循環器内科医が、病歴、血液検査、心臓超音波検査等を勘案して総合的に診断しています。一方で、こうした医師の診断に必要な検査は心電図に比べ非常に時間がかかるため、血流再開が遅くなってしまいう一因になっています。そこで本研究グループは、診断にかかる時間を最短にすべく、検査の実施が容易かつ数分で済む心電図から診断を行う技術の開発を開始しました。

2. 研究の成果と意義・今後の展開

本研究において、佐野准教授、後藤助教らの研究グループは、時系列データパターンを学習する、新たなニューラルネットワーク構造をもつ人工知能（AI）を開発しました。作成したAIは、過去に慶應義塾大学病院の救急外来を受診した患者約4万人の心電図データをモデルに学習させることにより、心電図1枚から瞬時に高精度でカテーテル治療が必要な患者を見つけ出すことができました。

心電図は非常に短い時間(1/100秒程度)ごとに電圧を測定した結果を線グラフの形で表したもので、臨床ではその波形の異常を医師が見つけ出し診断に利用してきました。

今回、心電図それぞれにつき、測定した電圧を順番に並べたデータ（時系列データ）を作成し、これに対して、実際にカテーテル検査を行い冠動脈を広げる治療を行ったかどうか（カテーテル治療の必要性）を正解（教師値）としてAIに学習させました。70%を学習用とし、残り30%の学習では使用していないデータでこの学習済みモデルを検証したところ、80%以上の精度でカテーテル治療の要否を判定できることが確認されました。つまり、これまで経験を積んだ循環器内科医がカテーテル検査を含めたさまざまな情報を総合して判断していたことを、本技術によって、心電図が1枚あれば、80%以上の確率で再現できることとなります。心電図は受診すればすぐに検査でき、結果は数分以内に得られます。本技術を心電計に搭載することによって、緊急的なカテーテル治療の必要性を即時的に判定し医師に提案することが可能になります。日本人死亡原因の第2位を占める心臓病による死亡を減少させ、健康寿命の延長にも貢献できると期待されます（図1）。



図 1 : AI による治療の早期化

3. 特記事項

本研究は、JSPS 科研費 JP18K15859 の支援によって行われました。

4. 論文

英文タイトル : Artificial Intelligence to Predict Needs for Urgent Revascularization from 12-Leads Electrocardiography in Emergency Patients

タイトル和訳 : 救急外来受診時の 12 誘導心電図から緊急再灌流療法の必要性を判断する人工知能

著者名 : 後藤信一、木村舞、勝俣良紀、後藤信哉、鎌谷高志、市原元気、高聖淵、佐々木淳一、福田恵一、佐野元昭

掲載誌 : PLOS ONE (オンライン版)

【用語解説】

(注 1) 急性冠症候群 : 心臓の周りには血管が張り巡らされており、心臓に栄養や酸素を運んでいる。この血管を冠動脈という。冠動脈の内側に血栓が生じ、血管が詰まりかけた、もしくは詰まってしまった状態を急性冠症候群と呼ぶ。心筋細胞に栄養や酸素が行き渡らなくなり、心筋細胞が壊死してしまうため、死亡や心不全の原因になる。

(注 2) 急性心筋梗塞 : 急性冠症候群の中でも、冠動脈の内側が完全に詰まってしまい、血流が途絶している状態を指す。急性冠症候群の中で、もっとも予後が悪い。

(注 3) ポンプ失調 : 心臓はポンプとして機能し、血液を全身に送り出している。この機能は心筋細胞の収縮によるものである。収縮できる心筋細胞が減少したり、心筋細胞の収縮する力が弱まったりすることで、心臓のポンプ機能が衰え、全身に十分な血液を送り出せなくなる。この状態をポンプ失調という。

(注 4) 致死性不整脈 : 心臓は普段一定のリズムで収縮を繰り返し、血液を送り出している。このリズムが乱れることを不整脈と呼ぶ。心臓の血液を送り出す機能が完全に失われるほどの不整脈が起きると、心停止と同様の状態になり、死に至る。このような不整脈を致死性不整脈という。心筋細胞は栄養や酸素が不足する(虚血)とリズムが乱れやすくなるため、致死性不整脈を起こすことがある。急性冠症候群で患者が亡くなる原因の 1 つである。

(注 5) 心破裂 : 心臓の壁、または右心室と左心室を隔てる壁(中隔)に穴が空いてしまう状態

を指す。急性冠症候群では心筋細胞が死んでしまうため、心臓の壁が脆くなる。多くの心筋細胞が死んでしまうと、壁の強さを維持することができなくなり、中隔に穴が空いてしまう。これは、急性冠症候群の発症直後に患者が亡くなってしまう原因の1つである。

(注6) カテーテル検査・治療：ここでは、心臓のカテーテル検査・治療に限定して説明する。カテーテル検査では、まず、カテーテルと呼ばれる細い管を、手や足の動脈から挿入して心臓近くの冠動脈まで進める。ここで造影剤という放射線を通しにくい薬をカテーテルから注射し、レントゲン写真を撮ると、血管の内側の空間を可視化できる。これにより、血管のどの部位が詰まっているか、または細くなっているかを確認できる。カテーテル治療とは、カテーテル検査で患部を確認後、そのまま病変部位にカテーテルを置いて風船を膨らませて血管を広げ、さらに金属の筒をその部位に挿入・設置することで血管を広げた状態に固定することをいう。

※ご取材の際には、事前に下記までご一報くださいますようお願い申し上げます。

※本リリースは文部科学記者会、科学記者会、厚生労働記者会、厚生日比谷クラブ、各社科学部等に送信しております。

【本発表資料のお問い合わせ先】

慶應義塾大学医学部 内科学（循環器）教室

准教授 佐野 元昭（さの もとあき）

TEL : 03-5843-6702 FAX : 03-5363-3875

E-mail: msano@keio.jp

shinichi.and@gmail.com

<http://www.cpnet.med.keio.ac.jp/>

【本リリースの発信元】

慶應義塾大学

信濃町キャンパス総務課：鈴木・山崎

〒160-8582 東京都新宿区信濃町 35

TEL : 03-5363-3611 FAX : 03-5363-3612

E-mail : med-koho@adst.keio.ac.jp

<http://www.med.keio.ac.jp/>

※本リリースのカラー版をご希望の方は上記までご連絡ください。