



動脈硬化の画像診断 —エビデンスに基づいた医療情報の提供—

大阪協会

保団連研究部員 松尾 信郎

大阪協会内科部会は内科研究会を開催し循環器疾患を取り上げた。動脈硬化の進展においては、冠危険因子に加えて炎症が関与し、虚血性心疾患を発症する。血行再建術は有効な治療手段であるが、動脈硬化の画像診断が治療のために必要となる。治療に必要な情報の活用方法について、筆者の行った講演の要旨を紹介する。

■ リスクの層別化のための心臓核医学検査

虚血性心疾患患者の治療法の決定には心血管イベントリスクの評価を行って、その後にリスクに応じた適切な治療を行うことが重要となる。心臓死を減少させるためには、リスクの高い患者に対して、侵襲的治療を行うことで患者の予後を改善することが知られている。さらには、病気の発症を予防し患者の予後を改善することができれば理想的である。重要なことは患者のリスクに応じて、薬物治療のみとするのか、あるいは血行再建術を行うのかを決定することである。患者のもつリスクを評価する画像診断は臨床では重要であり、心臓核医学検査を用いることで得られる情報は多い。冠動脈疾患の発症には、危険因子の集積による血管傷害が関与し、冠動脈内皮機能評価は予後評価の指標としての意味を持つ。虚血の存在や梗塞、そして心機能もイベントリスクに関連する。そして患者の心血管イベントのリスクは、日本の心臓核医学検査のデータから示されている¹⁾。

■ 解剖学的狭窄と生理学的狭窄

冠動脈の狭窄や血管の走行といった情報に加えて、プラーク量や性状、血管リモデリング、微小石灰化、心筋壁厚といったCTで得られる情報は冠動脈形成術治療の戦略を立てる上で有用である。しかし、心外膜冠動脈と同時に小動脈や細動脈レベルでの循環制御が大切な役割を果たす。冠動脈の狭窄度はイベントリスクとは相関しない。冠動脈内皮機能は狭窄度のみならず冠危険因子や炎症によって引き起こされる内皮機能場外にも影響され、微小循環が冠血流を規定している。アセチルコリン負荷検査で冠血管攣縮が認められないにもかかわらず冠静脈洞にて心

筋虚血の指標である乳酸産生が増加する。そして微小循環障害の症例では冠血流予備能比は正常で冠血流予備能が低値となるが、心外膜冠動脈に狭窄のない微小循環障害による虚血は核医学検査でも証明され得る。

■ 人工知能技術による虚血の定量評価

人工知能による診断では血流異常を同定し、心筋虚血を定量解析できる。虚血の量がその後の心臓死と密接に関係することから、心筋虚血量の解析が重要とされるのである。心筋SPECTで心筋血流予備能低下が証明された患者のみがバイパス術を含めた血行再建術のメリットがある。一方、虚血がなく、正常と診断される場合には、虚血性心疾患疑いの患者群では年間のハードイベントが0.6%、2型糖尿病の無症状の患者群では0.8%である²⁾。

日本においても心筋血流検査が正常な場合には低リスクとして患者の管理を行うことが推奨できる。糸球体濾過率が30以上の腎臓病患者においても正常SPECTは低リスクとして管理してよい³⁾。さらに言えば虚血の低減を証明できない血行再建術は患者のアウトカムを改善しないことが多くの臨床試験で示されていて、決して勧められない。虚血の量を定量化することで、冠動脈疾患患者が持つ心血管イベントリスクの観点から診断し、血行再建術を行うべきであるのか、薬物治療を行うことがベストな治療であるのかを判断する材料とすべきである。

■ CT冠動脈造影検査と心筋血流の融合画像

虚血と冠動脈との関係をCT冠動脈造影検査の形態情報を基に融合画像で表示することで虚血を生じる責任冠動脈について正確な診断ができる(図1)。CTとSPE

CTの融合画像によって、狭窄と血流異常が共にある症例は主要有害心イベントの発生率が高い。次に、どちらか一方が異常の症例、そして、どちらも異常のない症例の順でMACEの発生率が低くなる。融合画像によって虚血の責任心外膜冠動脈狭窄部位を同定して血行再建術を行うことで、患者のMACEの発生を減らして予後改善効果を最大限に期待できるメリットがある。QPS2008を用いた解析では冠動脈狭窄と心筋SPECTでの血流異常とが一致し、解剖学的狭窄と機能的狭窄とがマッチした病変を診断できる。冠動脈バイパス術後ではさまざまな虚血のパターンを生じるが、核医学で得られた機能的情報と形態情報を融合することで責任血管部位の診断確信度が増した。融合画像は細い冠動脈の虚血の同定ができるメリットがある。虚血と冠動脈病変が一致するかどうかを融合画像によって評価することが、治療戦略を考える上で重要となる。

■ SPECT/CTによる冠動脈石灰化評価

石灰化スコアが高ければ、虚血や梗塞の程度が強い傾向にある。SPECTによる心筋血流は相対画像で表示するので、多枝病変の症例で心筋灌流が正常と判定されることがあるという弱点は定量評価によって克服できる。さらに、付加的情報の冠動脈石灰化評価を診断に用いることができる。冠動脈石灰化は冠動脈に炎症性病変が以前に存在したことを示唆する重要な情報である。石灰化スコアと心筋血流SPECTを組み合わせれば効果的なスクリーニングを行うことができる。そして、石灰化スコアが高値であれば造影CT検査を行っても冠動脈血管内腔評価が不能であることが予測できる(図2)。

■ 非侵襲的動脈硬化診断

動脈硬化の機能的診断として、足関節上腕血流比(ABI)と脈波伝搬速度(PWV)が一般診療で用いられている。動脈の老化も心血管系危険因子である。PWVは血管の硬さの指標である。PWVには頸動脈大動脈間脈波伝播速

度と上腕足首間PWVがある。また、心臓足首血管指数(CAVI)もほぼ同様の意義で使用されている。PWVは血圧、脈拍の影響を受けるのに対して、CAVIは血圧の影響を受けない。一般外来で検査できるABIやPWVは冠動脈内皮機能と相関し、簡便に心血管イベントリスクを推測できる。

■ PETによる動脈硬化の炎症活動性評価

粥状動脈硬化は虚血性心疾患や脳血管障害の基礎疾患であり、動脈硬化は炎症によって進行する。¹⁸F-fluorodeoxyglucose(FDG)-PETはグルコースの類似体であるために心筋の糖代謝を画像化し、生存心筋に集積する。慢性虚血性心疾患患者でFDGの集積があれば血行再建術後に予後の改善が期待できる。さらに、心サルイドーシス患者や血管局所の炎症活動性評価において病態の詳細な把握が行われている。健康診断症例の血管壁にFDGが高集積した例ほど心血管イベントが高頻度であったことが報告されている。脂質異常症患者に対してスタチンによる治療を行うことによってFDGの集積が低下する。血管の炎症は動脈硬化や血栓形成に深く関与する。新型コロナウイルス感染症において血管の傷害から血栓形成を生じることも同様である。FDG-PETの冠動脈活動性炎症の情報により不安定プラークの診断も可能となりうる。大動脈炎症候群における大血管の炎症を把握し治療にFDGを役立てることができ

■ おわりに

動脈硬化の画像診断は、石灰化、狭窄、内皮機能障害の評価に用いられる。心筋血流という情報を超えて、解剖学的情報や機能的情報とともに診断する方法やリスク層別化によるアプローチは動脈硬化患者の治療戦略を考える上で必要不可欠な情報を提供する。

- 1) Circ J 2008 ; 72 : 611-617
- 2) Circ J 2010 ; 74 : 1916-21
- 3) Eur J Nucl Med Mol Imaging 2018 ; 45 : 1101-07

図1

A: 負荷時像

B: 安静時像

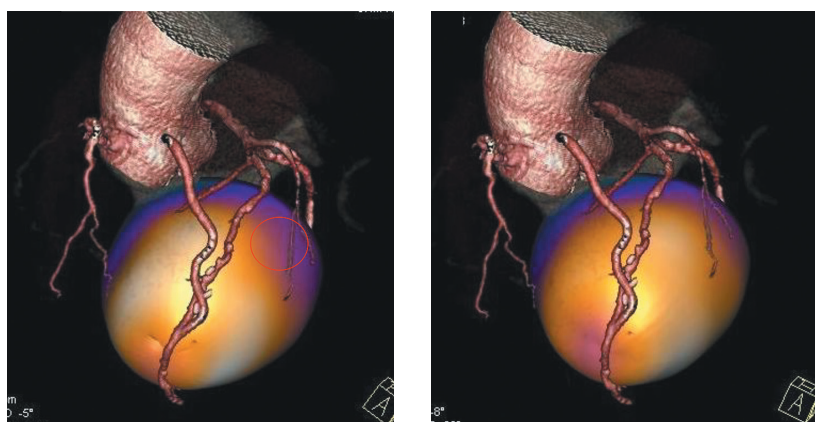
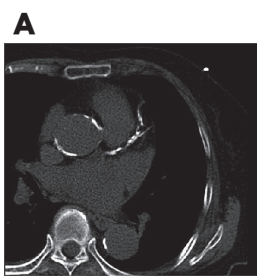


図2



CAC LM 1, LAD 1239, LCX 667, RCA 442, Total 2349

