

Diagnostic and Clinical Value of FFRCT in Stable Chest Pain Patients With Extensive Coronary Calcification: The FACC Study

高度石灰化を伴う安定狭心症症例における、FFR-CT の診断精度と臨床的意義の検証

Mickley H, Veien KT, Gerke O, Lambrechtsen J, Rohold A, Steffensen FH, Husic M, Akkan D, Busk M, Jessen LB, Jensen LO, Diederichsen A, Øvrehus KA. J Am Coll Cardiol Img. 2022 Jun, 15 (6) 1046–1058

背景

近年冠動脈疾患のスクリーニング検査として、冠動脈 CT 検査が広く行われるようになった。新しい画像解析手法の登場により、冠動脈 CT 画像から視覚的な冠動脈狭窄に加えて、Fractional Flow Reserve (FFR) 0.80 以下で定義される、血行再建が真に必要な機能的有意狭窄の診断も可能になった。この解析には米国 HeartFlow 社への外注が必要だが、近年は本邦でもこの CT による FFR 解析 (以後 FFR-CT と呼ぶ) が保険診療において施行可能となり、厳しい施設基準等の問題はあがあるが、日常診療において徐々に普及し始めている。しかし、この FFR-CT 解析は高度石灰化病変では困難になるか、解析可能でも診断精度が下がる可能性が以前から指摘されていた。

そこで今回研究者らは、胸痛を有した高度石灰化症例における FFR-CT の診断精度や短期予後予測の有用性を、世界初の前向き多施設試験で検証した。

目的

石灰化スコアが 399 点を超える高度石灰化を有す胸痛症例での、FFR-CT の診断精度や臨床的有用性につき検証する。冠動脈石灰化スコアは、心電図同期単純 CT を基に、市販の画像解析ソフトウェアでも計測可能な、アガストンスコア (冠動脈石灰化の容積に、CT 値で重みづけして定量化した指標で、最も一般的な石灰化スコアと言える) を使用した。

方法

胸痛を有し、心電図同期単純 CT で石灰化スコアが 399 点を超えた症例が当初 278 例エントリーされたが、16 例 (6%) において FFR-CT 解析が不可であった。残りの 262 症例のうち 2 症例 (1%) で侵襲的冠動脈造影による FFR 解析を施行できず、同検査が施行できた 260 症例で FFR-CT の診断精度を検証した。FFR-CT はコアラボラトリーで解析された。侵襲的冠動脈造影における 30%未満の軽度狭窄は FFR 0.8 超、90%超の狭窄は FFR 0.8 以下と割り付けし、その間の狭窄度病変を有した 112 症例 (43%) において FFR 解析が施行された。

これら症例における、侵襲的な FFR 解析結果を基準とした FFR-CT の診断精度を、旧来型の視覚的な冠動脈狭窄度評価と比較した。その検討は、全 260 例、侵襲的な FFR 測定を施行した 112 例の、それぞれの集団で施行した。また、症例毎に FFR-CT における最低値を計測し、それを基にした診断精度、並びに検査後 90 日の観察における主要有害事象 (全死亡、心筋梗塞、不安定狭心症による入院) を評価した。

結果

年齢や石灰化スコアの間値はそれぞれ 68.5 歳 (4 分位範囲: 63-74 歳) と 895 (4 分位範囲: 587-

1,513)だった。204例 (78%)で、FFR-CTは0.80以下の機能的冠動脈有意狭窄を認めた。侵襲的FFR測定を行った112症例において、症例毎のFFR-CTの機能的有意狭窄予測の正診率は71%、感度87%、特異度54%であり、Receiver operating characteristics (ROC)解析の曲線下面積は0.75だった。全260症例では、症例毎にFFR-CTの最低値を選択すると、症例毎の正診率、感度、特異度は57%、95%、32%であり、ROC曲線下面積は0.84だった。また、冠動脈血行再建を施行した85症例 (33%)のうち、96%の症例でFFR-CTが0.80以下だった。観察期間において3例 (1.2%)で主要有害事象が発生し、全例でFFR-CTが0.80以下だった。

結論

石灰化スコアが399超の症例の約8割でFFR-CTが0.80以下となる機能的有意狭窄病変を有した。こうした高度石灰化症例では、侵襲的FFR解析を基準とすると、FFR-CT解析は中等度の正診率を有した。CT後90日の観察では血行再建率は低く、FFR-CTが0.80超の症例では主要有害事象は認めず、そうした症例の短期的予後は良好である期待が持たれた。

コメント

昨今の欧米のガイドラインの改訂により、狭心症疑い症例への冠動脈CTは急速な広がりを見せている。本邦においても、狭心症疑い症例に対する諸検査の中で、冠動脈CTは従来までの件数1位の侵襲的冠動脈造影を抜き、今や最も件数が多い検査となった。また、最近では、カテーテル的大動脈弁置換術前や、大動脈瘤への血管内治療前の症例における冠動脈疾患スクリーニング検査としてもCTが汎用されるようになり、以前に比べて対象症例の動脈硬化リスクが上昇していることも注視すべきである。

元来冠動脈CTでは、冠動脈に石灰化によるブルーミングアーチファクトによって病変サイズ・狭窄が過大評価され、視覚的狭窄度評価において疑陽性を起こしやすく、特異度が低下することが知られてきた。主に数値流体力学を利用するとされるFFR-CT解析においても、このCTの特性が影響し、高度石灰化病変における解析困難を引き起こされることが予想された。実際に、このFFR-CTの臨床診療導入への道を開いた大規模試験の1つであるNXT試験(254例の検討、26%の症例のみで石灰化スコア>400)では、FFR-CTの機能的冠動脈有意狭窄の診断精度が、症例毎で正診率81%、感度86%、特異度79%と、正診率・特異度は今回の全症例でのそれらより高かった(統計学的検討を加え、いずれも有意差を認めた [P<0.0001])。このため、本論文著者らも評している通り、今回のような高度石灰化症例におけるFFR-CTの機能的有意狭窄診断精度は中等度レベルと考えられ、今後のさらなる精度向上が期待される場所である。しかし、今回の検討からこうした高度石灰化症例のほとんどが機能的有意狭窄を有することが分かり、加えて高度石灰化症例におけるFFR-CTは真に血行再建が必要な症例の抽出や短期予後の予測においては、十分な精度を有していたことは評価できる。近年はこのFFR-CT解析において深層学習技術も取り入れられているとされ、こうした高度石灰化病変での診断精度が今後さらに向上することが期待される。