

シネ冠動脈造影法

Cine coronary arteriography

Sones FM Jr, Shirey EK. *Mod Concepts Cardiovasc Dis.* 31:735-8,1962

過去4年にわたって、ヒト冠動脈病変のより客観的、正確な標準診断法を求めて研究を進めてきた。従来、冠動脈硬化症の診断は、胸痛を訴える患者の労作の評価、心筋虚血あるいは壊死を示唆する一過性ないし慢性心電図変化をもとに行なわれてきた。詳細かつ経験に裏付けられた病歴聴取と心電図所見が有用であることは論を待たないが、エキスパートの手にかかっても限界があり、少なからぬ例で医原性傷害、あるいは過小評価の原因となりうる。これを補うためには、冠動脈疾患の経過のいかなるステージにおいてもヒト冠動脈枝の状態を安全かつ確実に知る方法が必要である。

冠動脈の直接カテーテル法による選択的造影を、1,020名以上の患者に施行した。所定の患者グループで得られた結果は、1962年9月の米国心臓病学会(AHA)の専門教育委員会での配布用に「シネ冠動脈造影法」と題する映画にまとめられている。1956年から1958年前半に行なったイヌおよび臨床的に冠動脈病変のないヒトにおける予備研究では、通常の大動脈造影法では正常冠動脈枝を十分に造影できないことが明らかとなった。40~60ccの造影剤をGidlund圧注シリンジを用いて10kg/cm²で大動脈起始部に注入したが、左右冠動脈の主な分枝が十分に造影されたのは70%以下であった[1]。

Lehmanらは[2]、アセチルコリンを使用して心停止させることにより、より少量の造影剤で冠動脈造影が可能であることを示しているが、この方法は同量の薬剤でも反応性に個人差があること、また心筋虚血の程度が不明な患者にこれを用いることを考えると、適切な方法とは言い難い。

Dotterらは[3]、大動脈にバルーンカテーテルを挿入して一時的な大動脈閉塞下に少量の造影剤を大動脈弁上で注入している。この方法は、冠動脈に到達する造影剤濃度を増加させるには明らかに有効であるが、左室流出路の突然の閉塞、バルーンの偶発的移動の危険を考えると、ルチーン検査には不適と思われる。

1958年10月、我々は初めて意図的な「選択的」冠動脈造影を行なった。カテーテル端を慎重に前Valsalva洞の1つ、次いでもう1つに挿入し、20~30ccの造影剤を4kg/cm²で注入した。この方法により、3~6心拍内に大量の造影剤を各冠動脈口の直近に確実に注入することができる。137例にこの方法を

行ない、90%以上で冠動脈をそれぞれ描出できた。一過性の非対称な心筋虚血の結果として危惧された心室性不整脈は、この患者群では見られなかった。この中で、生きたヒトの心臓で、初めて冠動脈間の側副路を明瞭に描出できた。また、有害作用なく冠動脈口にカテーテルを挿入できることが明らかとなった。

1959年4月、United States Catheter and Instrument社で、我々の要求に基づいて、この検査のための特注カテーテルが完成した。この薄壁X線不透過性カテーテルは外径2.7mm(8F)で、大動脈弁直上の収縮期ジェット血流の下でも確実に操作できる剛性を備えている。先端は開放されており、先端から7mmの位置に対向する4つの側孔がある。先端から5cmは、外径1.6mm(5F)までテーパされている。これにより、剛性のあるシャフトで大動脈弁尖に押しつけることで、非常にフレキシブルな先端を上向きに弯曲させて冠動脈口に挿入できる。この手技は、前述の映画に紹介されている。1,020例中954例で、両側冠動脈に挿入できた。少なくとも1本の冠動脈に挿入できなかった例はなかった。各冠動脈は多方向から撮影するため、計7,207回の動脈造影を行なった。

器材と装置

最も多く使用した造影剤は、90% Hypaque および85% Cardiografin である。3,500回以上の血管造影を、ヒト冠動脈に造影剤を直接注入して施行した。高粘度のため扱いが難しいが、2~5ccで常に良好な造影が得られた。

ルチーンの臨床検査では、すべての冠動脈造影像をArriflexカメラで毎秒60フレームを35mm Eastman Cineflure ネガフィルムに記録した。レンズは色補正F2、焦点距離75mmで、増幅率1,200~3,000倍のPhilips社製5インチ光電子増倍管を撮影した。11インチ、9インチ、8インチの増倍管と16mm、35mmのカメラを使用した経験から、前述の5インチ増倍管と35mmカメラの組合わせが最適であった。5インチの視野は、増倍管を2インチ程度動かすだけで両側冠動脈の範囲を十分カバーできる。範囲が小さいため、心陰影内の背景濃度が均一になり、正確に露出するための露光計測を簡略化できる。患者被曝も最小限とすることができ、他の高速X線動画の組合わせに比べて良い写真が得られる。にもかかわらず、5インチ増倍管は、大きなものに比較してかなり廉価である。

撮影したフィルムは、ただちにFisher Processall

* Department of Pediatric Cardiology and Cardiac Laboratory, Cleveland Clinic (クリーブランドクリニック 小児心臓病部門, 心臓検査室)

Model S-XR-6 で毎分 4 フィートで処理する。現像液は Ethol-90, 固定液は Kodak Rapid X-Ray Fixer を使用する。撮影後 1 時間以内に, 35mm ネガフィルムの処理が完了する。Tage-Arno 35mm ビューワーにより, ルチーンの詳細はすべて満足に行なうことができる。静止画像から毎秒 50 フレームまで任意のスピードで, 1 ~ 4 人が投影像を観察することができる。フィルムが傷ついたり切れることもない。

静止画像では, 動態検査の情報は得られないが, 解剖学的特徴が最もよく見えるフレームを選択し, これを拡大ポジ画像として 2 × 3cm の印画紙に焼き付ける。これをマウントしてカルテ用, 依頼医用, 検査室用の複製を作る。

標準的所見

前述の技術, 装置, 器材を使用することにより, 以下のような所見が期待できる。

1. 冠動脈のすべての分枝が, 内径 100 ~ 200 μ の末梢まで描出される。
2. 1mm 以上の血管では, 完全閉塞あるいは内径を 20% 以上減ずるような部分的狭窄を明瞭に描出できる。
3. 径 100 μ 以上の冠動脈間側副露の起始部と分布を描出できる。閉塞部分より上流から出て遠位部を灌流する側副血行路が見られる。
4. 亜硝酸アミルあるいはニトログリセリンの使用前後で造影を繰り返すことにより, 機能的冠動脈収縮による部分狭窄と固定的な器質的狭窄を鑑別できる。
5. 心室収縮期の血管周囲の索状心筋の圧迫による機能的閉塞は, 固定的な器質的閉塞と鑑別する必要がある。
6. 冠動脈枝の石灰化が描出される。
7. 内胸動脈が選択的に造影される場合, その遠位に冠動脈外の心筋灌流が認められる。
8. 冠動脈動静脈瘻, 心腔内への瘻管が存在すれば描出される。
9. 左室造影を行なうと, 心筋梗塞による心筋瘤, 中隔穿孔, 僧帽弁閉鎖不全などが描出される。

冠動脈造影法の適応

シネ冠動脈造影の適応は, 冠動脈枝の客観的描出によって解決しうる病変があり, 適切な人材と十分な設備があり, 患者, 医師にとってリスクを許容しうる場合である。最も多い適応は, 冠動脈病変が疑われるが臨床像が非典型的で不確実な場合である。

診断上のピットフォールが非常に多く, 経過観察により誤診が判明した場合は, 客観的にこれを認める必要

がある。「完全なチェックと正常心電図」後 1 ヶ月以内に, 見逃された冠動脈病変による突然死や急性心筋梗塞をみることがある。逆に, 軽度の心電図異常を伴う胸痛患者が, 狭心症あるいは冠不全と誤診されて「心臓発作」に怯えながら何年も節制生活を送っていることもある。

長年にわたる血管拡張剤, 鎮静剤, 抗凝固剤の治療後, 冠動脈造影が正常と判明した症例も多い。胸痛, 絶望感, 性格不適応に加えて不十分な治療の結果, 麻薬中毒に陥った例もある。心膜散剤癒着術 (poudrage), 内胸動脈結紮術, 放射性ヨードによる粘膜水腫誘発などが不必要に行なわれた例もある。

失神発作あるいは前胸部不快感のある大動脈弁疾患患者に, シネ冠動脈造影法をルチーンに施行した。これにより, 冠動脈病変が症状の原因である例を除外することが可能となる。重症かつ未知の冠動脈病変が軽度の大動脈弁狭窄に合併していた例もある。このような症例では, 不要かつ致死的风险を伴う大動脈弁手術を回避することができる。先天性心疾患の患者で, 冠動脈の異常分枝が発見された例もある。このような理由で, 冠動脈主要分枝の起始と分布を知る目的で, 心臓カテーテル検査, シネ心臓造影において, シネ冠動脈造影法をルチーンに行なっている。

心筋灌流を改善する外科的手技が臨床応用の段階まで進歩した中であって, シネ冠動脈造影法は, 特定の外科手技の適応患者選択のための解剖学的基礎を提供するものである。術後患者で, このような手技の成否を知ることができる意義もある。最近, Vineberg 法 [4] による左室壁に移植された内胸動脈が, 手術の 5 ~ 7 年後に左室を有効に灌流していることを証明できた。20 例以上において, 心膜散剤癒着術, 冠動脈洞部分結紮術後に, 内胸動脈枝からの心筋灌流を証明できなかった。内胸動脈結紮術術後の症例でも, 同様な陰性所見が得られている。

冠動脈硬化症の各ステージにある一連の患者の連続検査によって, やがてその合併症, 心筋生存に至る代償機序などがより良く理解されるようになるであろう。

合併症

1,020 例中 12 例で心室細動が発生した。緊急開胸心臓マッサージを行なった 3 例中 2 例が死亡した。もう 1 例は, 波乱の経過の後に回復した。1960 年 6 月以降は, Kouwoghove ら [5] の体外心臓マッサージを施行した。1 例は, 20 秒のマッサージの後に, 自然に洞調律が回復した。残り 8 例は, 正常調律の回復に 1 ~ 3 回の体外除細動を必要とした。これら全ての患者で, 機能的安定の回復直後に対側の冠動脈を造影したが造影されなかった。弁膜症の 5 例では, 除細動後に左室造影を行なった。不整脈の再発はなかった。除細動の

電極による前胸壁の1度火傷以外の合併症はなく、9例全例が生存した。適切な管理下で迅速な治療を行なうことにより、この重篤な合併症も後遺症なく可逆的なものとなし得る。

3例目の死亡例の死因は、右冠動脈が完全閉塞しており、左冠動脈の突然の機能的狭窄による心停止であった。1,020例のシネ冠動脈造影法における死亡率は0.29%であった。

冠動脈全体にわたる高度の動脈硬化症をもつ1例では、右冠動脈の解離による急性後壁心筋梗塞を来たした。これはカテーテルを冠動脈口から抜去10分後に発生し、その後の造影で確認したものである。患者は回復した。これ以外に心筋傷害の例はなかった。

上腕動脈切開部位の閉塞が6~7%で発生した。全例において十分な側副血行路が得られ組織傷害はなかった。この内数例が、疼痛、寒冷刺激に対する過敏症を訴えたが、その多くは3ヵ月後には無症状となった。

経験を積むに従って、技術的改良とともに冠動脈造影に伴うリスクは低減する。達成される結果を考慮すると、リスクは許容しうるものと思われる。近い将来、シネ冠動脈造影法は、これを安全に施行して的確に解釈できる十分なトレーニング、器材を備えたスタッフの不足により制約されることになると思われるが、人的、技術的資源の整備により徐々に解決されるであろう。しかし、不適切な手技、不十分な器材、所見の過大あるいは過小評価は、パンドラの箱を開き、医師を惑わせ、患者に害をなし、冠動脈疾患の理解を妨げる結果となりうる。このような危険を避ける唯一の方法は、最善の判断、配慮、技術をもってこの方法を応用し、更なる改善をはかることである。こうすれば、冠動脈硬化症の客観的診断基準を手にするにより医師も患者も利することができるであろう。

【参考文献】

1. Sones, F. M.: Cinecardioangiography. In *Clinical Cardio-pulmonary Physiology*, ed. 2, edited by B. L. Gordon. New York, Grune and Stratton, 1960, pp. 130-144.
2. Lehman, J. S., Boyer, R. A., and Winter, F. S.: Coronary arteriography. *Am. J. Roentgenol.* 81: 749, 1959.
3. Dotter, C. T., and Frische, L. H.: An approach to coronary arteriography. In *Angiography*, vol. 1, edited by H. L. Abrams. Boston Little, Brown and Company, 1961, pp. 259-273.
4. Vineberg, A.: Surgery of coronary artery disease. *Progr. Cardio. Dis.* 4: 391, 1962.
5. Kouwenhoven, W. B., Jude, J. R., and Knickerbocker, G.G.: Closed-chest cardiac massage. *J.A.M.A.* 173: 1064, 1960.