
心筋血流 SPECT 読影のポイント

慶應義塾大学医学部 放射線科 橋本 順

1. 心筋血流 SPECT 検査のレポートに求められる情報

検査の報告書を提出する際に最も重要な点は、検査依頼医が何を知りたくてこの検査を依頼したのかを把握し、それに応じた情報がレポートの中に含まれていることである。心筋血流 SPECT 検査に求められる情報として、虚血・梗塞の有無、重症度、拡がり、残存心筋の有無、責任冠動脈の特定、心事故の危険性の予知などがあり、どのような所見に注意していると求められている情報が得られるのかといった点をおさえて、レポートに反映させる必要がある。

(1) 虚血・梗塞の有無

集積低下が存在するときにその領域が冠動脈の支配域とあっているかどうかということをもとに判断する必要がある。そのためには冠動脈ごとの支配域と SPECT 画像上の位置関係を理解しておく必要がある。冠動脈支配域と合わない集積低下が見られた場合にはアーチファクトもしくは冠動脈疾患以外の病変を考える。冠動脈支配域と合わない集積低下とは、例えば冠動脈の灌流域の末梢において集積が保たれているにもかかわらず、その近位部で集積が低下している場合である (図 1)。ただし、側副血行が発達していたり、冠動脈バイパス術後の場合にはこのようなことも起こりうる。

負荷心筋血流検査により虚血の有無を見るときに、負荷時と安静時で比較した際の分布の差をとらえることが重要である。分布の差がないときには、吸収によるアーチファクトもしくは梗塞を考える。吸収によるアーチファクトと梗塞の鑑別点を表 1 に示す。

(2) 残存心筋の有無の判定

通常、残存心筋の有無を評価するときには安静時の心筋血流シンチグラフィを行うが、血流の低下しているところが完全欠損なのかそうではないのかということに着目する。通常の条件で作成されたフィルム上で、完全欠損というのは%uptake

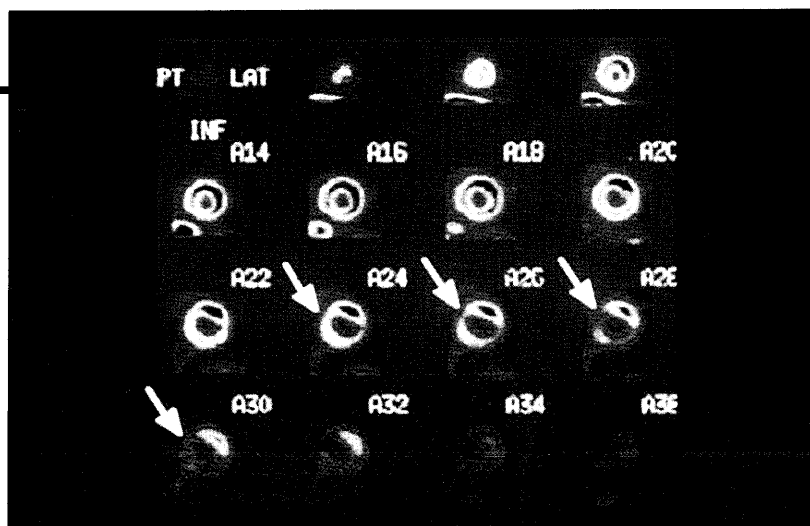


図1 冠動脈の支配域に合わない集積低下

心筋症例で、後側壁の集積低下は冠動脈病変でもさほど矛盾しないが、前壁中隔の集積低下は末梢部の集積が良好であることから冠動脈疾患とは考えにくい

表1 吸収によるアーチファクトの読み方

- (1) 患者の性別、体格を考慮して読む
- (2) 一般に梗塞と比べて境界部の濃度変化が緩やか
- (3) 一般に負荷検査ではfill-inを認めない
(breast attenuation では例外あり)
- (4) 集積低下の程度のみから梗塞と鑑別するのは危険
- (5) 臨床情報を参照する
(壁運動所見(含: QGS所見)、心拡大の有無など)

がおよそ50%以下の部分であり、それ以上は集積低下として見えてくることが多い。実際に血行再建術後の壁運動の改善が期待できるか否かをわけるのは概ね上記の閾値であると経験的に言われている。画像表示をするときのカットオフレベルの下限の数値(%)が高すぎると、視覚的診断において残存心筋の過小評価を生ずることがあるので注意する。

(3) 責任冠動脈の判定

すでに冠動脈造影が施行されている虚血症例における負荷血流検査では、責任冠動脈がどの枝であるかに言及しなければならない。

(4) 心不全の重症度

心不全の重症度や予後を血流シンチグラフィで見ることがあるが、その場合には心拡大や右心負荷の副所見も含めて見ることになる。虚血性心筋症で起こっている心不全では血流低下の範囲と程度が重要である。心電図同期 SPECT が施行されている場合にはそこから算出される機能指標も重症度や予後に関する情報を与える。

(5) 心事故の危険性の予知

心事故の危険性の予知を目的として負荷心筋血流シンチグラフィが行われることがある。過去の報告などから、シンチグラムで陰性所見のときには心事故の発生率は極めて低いことがわかっている。陽性所見例では陰性所見例と比較して心事故の確率は高いが、心事故発生率の絶対値は高くない。

2. SPECT 画像読影の際に注意すべき点

(1) 読影手順、各種表示法の使い分け

近年は診断能に優れた SPECT 像による読影が中心になっているが、プランナー像の位置付けとして (1) SPECT 像でのアーチファクトの確認、(2) 肺野集積の評価、(3) 心臓外病変の評価が挙げられる。SPECT 像では全ての冠動脈支配域を 1 つのスライスで観察可能な短軸像を中心に読み、心尖部については必ず長軸像を参照し、他の画像も適宜参照する。モノクロフィルムによる読影を主体とし、微妙な所見の判定において適宜カラー画像を参照するのが良い。カラー画像に頼りすぎると over-diagnosis (読みすぎ) の原因となる。ブルズアイ画像を使用した洗い出し率の測定は多枝病変の評価に有用で、正常ファイルと比較したブルズアイ画像上での異常集積低下域の統計表示は、診断の補助として、あるいは同一症例の経時変化の客観的評価法として有用であるが、頼り過ぎるとやはり誤診のもとになるので参照程度にするのが良い。

(2) データ収集から SPECT 再構成画像ができるまでの手順ならびに最終画像への影響

SPECT 画像は再構成画像であるために、画像作成時に使用する各種パラメータの影響を受け、またしばしばアーチファクトを生ずることがある。これらの点が読影上のピットフォールとなり、誤診につながる場合がある。図 2 にデータ収集から再構成画像ができるまでの手順を示す。

回転中心のずれは画像不均一の原因となり、この影響は 360 度収集よりも 180 度収集で大きい。均一性補正が悪いと同心円上の artifact が出ることがある。ノイ

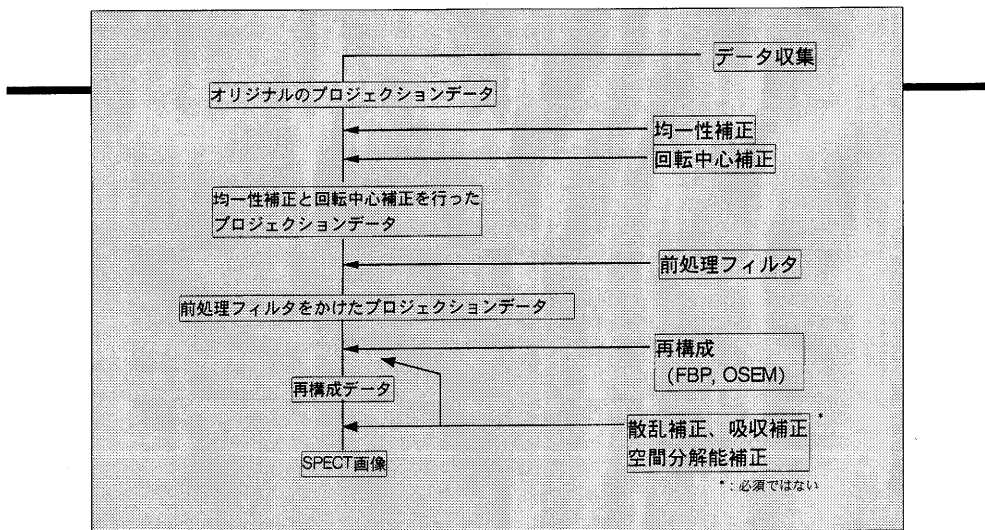


図2 SPECT データ収集から再構成画像ができるまでの手順

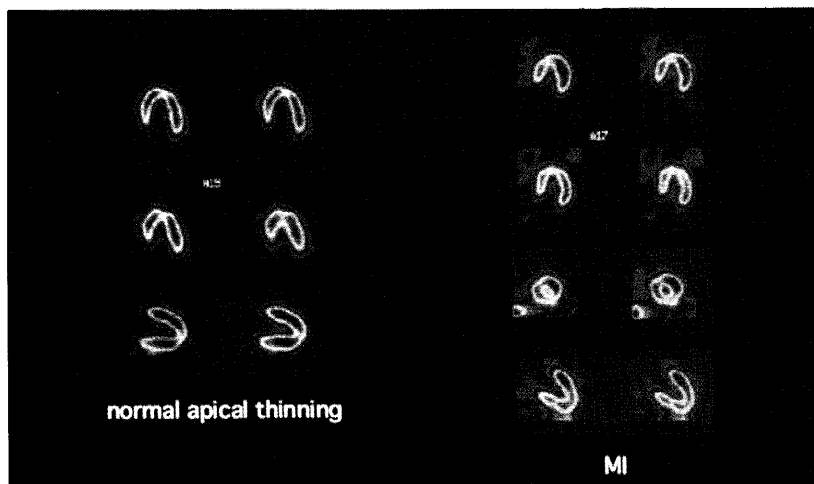


図3 normal apical thinning と心尖部梗塞

ズを除去するための低域通過フィルタの選び方で特に注意したいのは、負荷時と安静時の画像でフィルタのかけ方が大きく違くと虚血と紛らわしいことがある点である。

(3) 正常像

正常例でも SPECT 画像上の集積は必ずしも均一にならない。中隔心基部寄りの膜様部は集積が低く、心尖部の集積も低い (normal apical thinning)。Apical thinning は心尖の頂点付近を中心として対称的になることが多く、比較的限局性だが心拡大のある症例ではやや広い。心尖部の心筋梗塞では、集積低下が冠動脈の支配域と関連していて、LAD 領域であればやや前壁側、中隔側に集積低下が偏って拡がることが多い。ただし、極めて限局した心尖部梗塞では鑑別が難しい(図3)。

Breast Attenuation

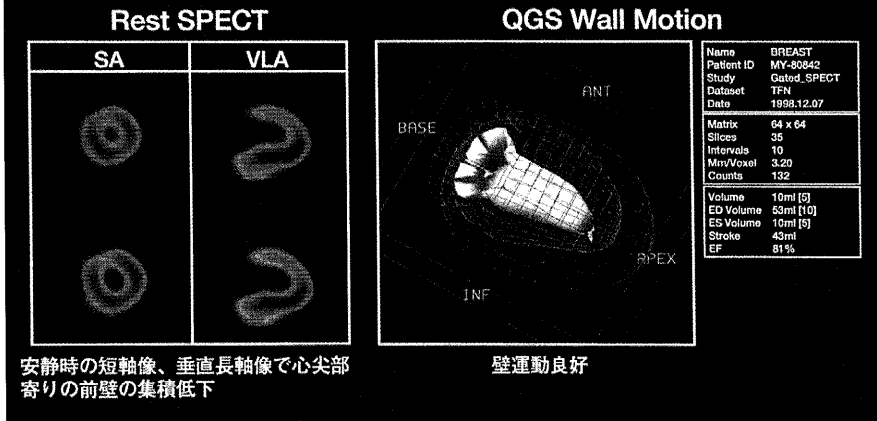


図4 吸収によるアーチファクト

正常女性の安静時像で、乳房による吸収の影響で前壁の集積が低く描出されているが、QGS解析で同部の壁運動が正常であることからアーチファクトであることがわかる。

表2 モーションアーチファクトの判定

- (1) 冠動脈支配域と合わない複数の集積低下
- (2) 現れ方は負荷時画像と安静時画像とで異なる
- (3) パターンは使用機種や収集方法により異なる
- (4) 投影データのシネ表示やサイノグラムで確認
- (5) 収集時や画像処理時に気付いたら読影者に伝える

乳頭筋の左室心筋付着部は限局性の高集積部位として描出される。前乳頭筋と後乳頭筋の2カ所がある。この部位を正常、他の部位を異常と判定しないように注意する。

(4) 正常バリエーション

健常者においても患者の年齢、性別、体格などにより得られる画像が異なるので、読影の際にはこれらの情報を常に念頭に入れる必要がある。一般に体表に近い前側壁の集積は高く、吸収の影響を受けやすい後中隔、下後壁の集積は低い。乳腺の大きな女性では前壁の集積が低いことが多く、小児では前側壁の集積が低く描出されることがよくある。

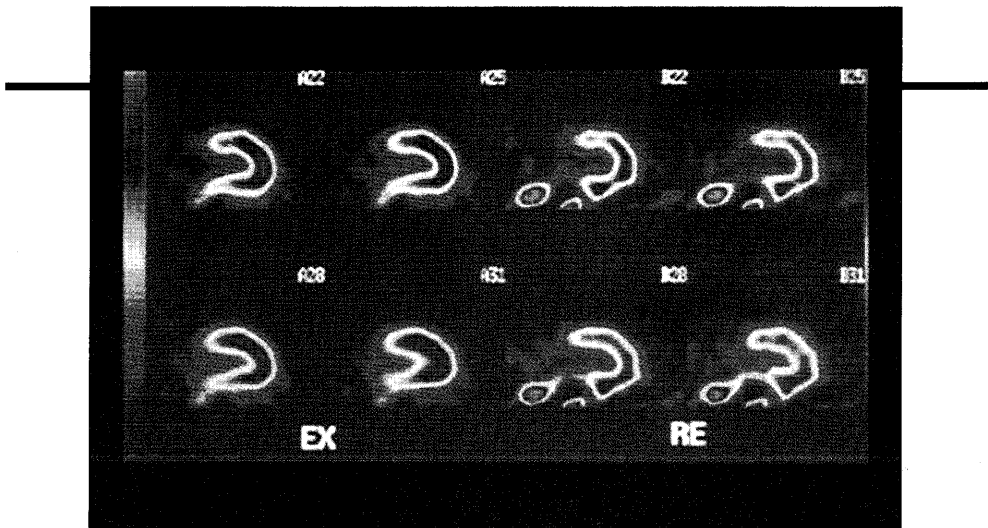


図5 count-loss artifact

安静時像において後壁の欠損を認めるが、負荷時に集積が保たれていることよりアーチファクトであると推定される

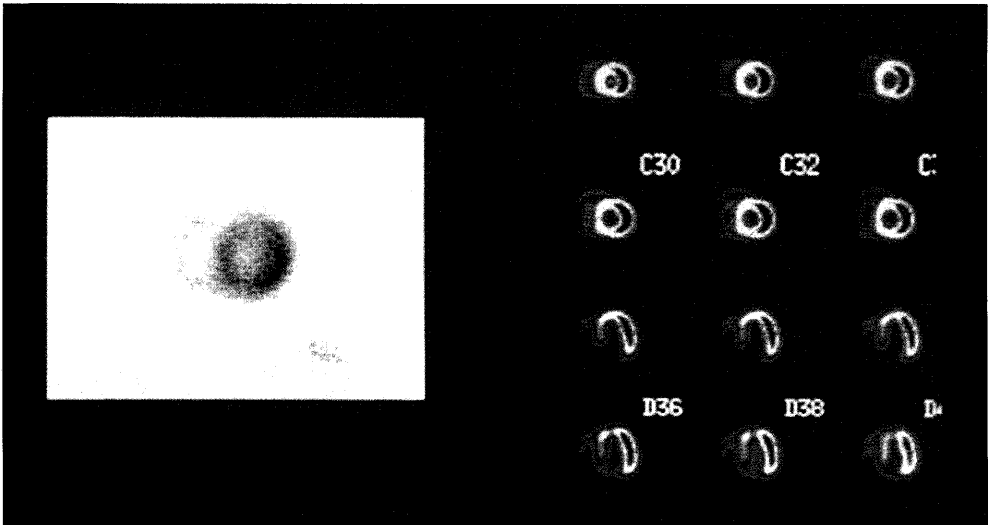


図6 完全左脚ブロック症例

SPECT 像にて中隔を中心とする血流低下を認め、冠動脈に有意狭窄がなくとも完全左脚ブロック症例でしばしば見られる所見である。プランナー像でも中隔の血流低下が見られることより、アーチファクトではないことがわかる

(5) 比較的良好に遭遇するアーチファクトのパターン、読影上の注意点

アーチファクトのなかでも最も頻繁に遭遇し、かつ読影に慣れた者でさえも最も診断に苦慮するものが、組織による光子の吸収によって生ずる見かけ上の集積低下である。表1に吸収によるアーチファクトの読み方を列挙したが、最も重要な点は患者の性別、体格や臨床情報を考慮して読影することである。近年広く普及している QGS などの gated SPECT による血流と壁運動の同時評価は、吸収にによるアーチファクトの診断の一助となる。すなわち、集積低下部位で壁運動が良好であれば

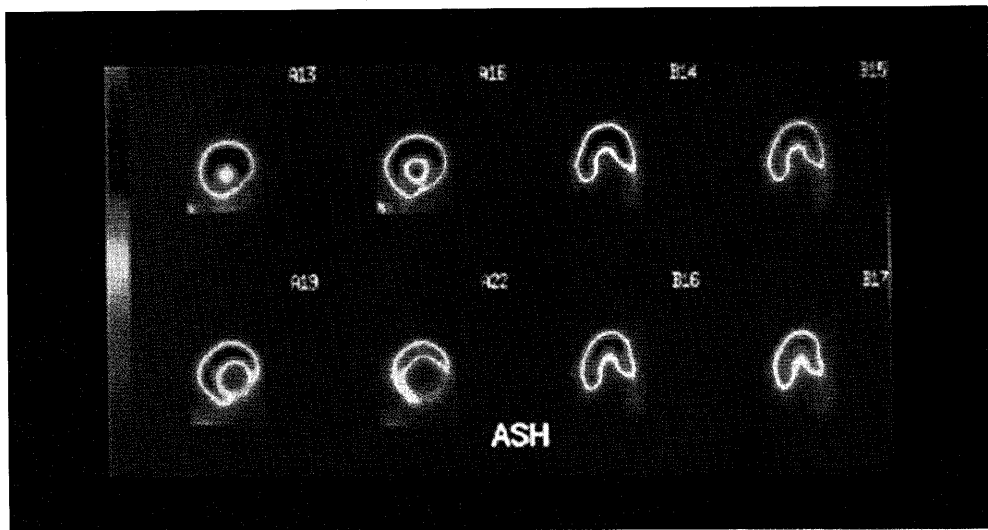


図7 相対的画像評価の注意点

非対称性中隔肥大の症例で、後側壁の集積低下に見えるが、他の部位の肥大のためにこのように見える

ばアーチファクトが疑われる (図4)。

SPECT データ収集中の被験者・心臓の動きも画像アーチファクトの原因となり、モーションアーチファクトと呼ばれる。モーションアーチファクト判定のポイントを表2に示すが、投影データをシネ表示で検証したり、サイノグラムを参照するのが良い。

肝臓、胆嚢などの腹部臓器へのトレーサの集積が強く、かつ心臓との距離が比較的接近している場合に、アーチファクトによる下後壁の集積低下を生ずることがあり、count-loss artifact などと呼ばれる (図5)。画像再構成法として近年注目されている OSEM 法 (ordered subset expectation maximization) を用いると、この影響が改善する。

(6) 冠動脈疾患と紛らわしい集積低下を呈する冠動脈疾患以外の病因・病態

完全左脚ブロックの症例では冠動脈に有意狭窄がなくとも、中隔側の血流が低く描出される (図6)。これはアーチファクトではなく、実際の血流低下を反映した所見である。左室肥大症例では冠動脈に有意狭窄がなくとも、血流予備能の低下のために肥大部において虚血所見を呈することがあり、これもアーチファクトではない。また、限局性に肥大がスペアされている症例では肥大部位が正常、非肥大部位が集積低下に見えることがあるので注意する (図7)。

3. まとめ

以上、心筋 SPECT の読影とレポート作成について注意すべき事項を簡単に述べたが、重要な点は、検査目的を理解しそれに見合った情報が含まれている報告書を提出することと、SPECT 画像上でよく見られるアーチファクトやその他のピットフォールのパターンを理解して、極力誤診を抑えることにある。

質疑応答

中嶋(司会)：きれいにまとめていただいて、どうもありがとうございました。

ただいまのご発表に関連して質問、コメントはありませんでしょうか。

山本：外科手術前のスクリーニング時のデータをお示し頂いたと思いますが、依頼医から心筋シンチはあまりわからないので、とにかく心臓に何かあるかどうか診て欲しいという依頼が来た時に、核種はどのような根拠で選ばれているのですか。

橋本(演者)：トレーサーは放射線科で決めています。慶応では最近あまりタリウムは使わず、ほとんどテクネ製剤の MIBI 等を使っています。

これは幾つか理由があるのですが、1 点目は画質が良いという事、2 点目に術前はすべてゲートを掛けて撮っていますのでゲートを撮りやすいという事、3 点目は心臓に分布が Fix されるので検査プロトコル上投与をしてから撮像までの間が比較的フレキシブルであるため、数人の患者さんに続けて投与しておけば機械を止めることなく連続的に検査が出来て、技師さん側から見たところスルーポットがいいという事等、そういった幾つかの要因で慶応ではテクネシウム製剤をほとんど使っています。

中嶋：ほかにありますか。

最近、いろいろなデータを定量で簡単に出来るようになっていますが、どの程度までの定量のデータを読影に必要なものと考えて出されていますか。

橋本：主治医に提出するときの画像は多くなく、通常モノクロとカラーの断層像にコメントを添えて出しています。診断するときは、血行再建の適応などをよく見て欲しいという時等、その時に応じて定量データをどのように扱うかということや症例によって変えており、特にレポートとして詳細を主治医側に渡すということはありません。

中嶋：ほかにありますか。

掛下：ゲートを主に施行されているという事ですが、提出するときにはどのゲートイメージを提出するのかという事と、もう 1 点はゲートイメージをノンゲートに変換して、そのイメージを提出する場合にゲートを掛けないイメージと、ゲートをノ

ンゲートにした場合に一緒なのかどうかを教えてください。

橋本:じつは、手術前の心事故のリスクを予測する場合等にゲートを掛けるのですが、検査全体の中ではゲートを掛けない症例の方が多いのです。

ゲートのときのレポートはどの画像を返すかと言うと、QGSを使って出てくる volume data, 血流マップ, Wall thickning 等の一覧の画像を主治医に返します。あとはノンゲートの通常の断層像等を実際に見て診断を行っています。

診断がノンゲートとゲートの画像でどう違ってくるかという比較は細かくしていません。

ただ、ノンゲートではやや拡張末期に近いものか得られますが、収縮末期像を併用すると、もう少し Sensitivity が上がるのではないかということが言われているようです。

つまり、壊死を起こしているところでは収縮時にカウント増分が低く、健常部では収縮の時にカウントが増えるので、収縮末期像のほうが正常と虚血部の差が出て感度が上がるのではないかという話も出ているのですが、慶応では検討をしていないので、断定的なことは言えません。

中嶋:ゲートデータを加算したデータと、全く最初からしないものと全くいっしょかという事についてはいかがでしょうか。

橋本:ほとんど一緒ではないかと思います。

中嶋:データが加算されることになるので、最終予測としては全く一緒のものができるということですね。

最後に、負荷と安静のときのフィルターの違いについてですが、どうしても2回目の検査は3倍程度の投与量ですね。同じフィルターだと第1回目のほうがノイズなので、最初に負荷をやるとつい虚血ととりたくなってしまう。ノイズの部分を取ってあとは均一であるのでそういう診断をしがちなのですが、どのように考えられますか。

橋本:非常に重要な点ですが、実は慶応では投与量によって少しフィルターを変えています。

Butterworth のカットオフ周波数を0.1から2サイクルズ/ピクセルぐらい、あとにした検査のほうを周波数を上げています。

それは先生が言われたように、投与量が低いほうがノイズが大きいので、そちらのほうの周波数を少し下げて比較してみた画像のザラツキぐあいと同じになります。

負荷が先か、安静が先かという問題は、慶応では安静を先にします。というのは、安静の投与量は少ないのですが、あとから行った負荷の投与量が多いとノイズが少なくてきれいなので比較的診断に迷うことがないからです。

反対に、ノイズの多い画像が負荷で安静時の画像がきれいだと、ノイズによって集積が低くて虚血のように見えているのか、本当に虚血なのかという区別がつきにくいことがあるので、慶応ではその影響を避けるためにも安静を先、負荷を後という順番で検査を行っています。

中嶋：どうもありがとうございました。