

第28回 患者会

「からだの“中”を写して調べる画像診断」

京都大学医学部附属病院・放射線部 中本裕士

はじめに

1. 本日の話の目的

皆さんが普段主治医の先生に言われて受けている画像検査がどういうものかというところを理解していただいて、「そういうものなら」と安心して検査を受けて次のステップにつなげる、というところで役に立ててもらえればと思います。

2. 画像診断学とはそもそも何か

生体における評価したい情報を、科学技術の力で見えるように写し、写っている内容を臨床に役立つ情報へと昇華させる学問といえると思います。

3. 腫瘍に対する画像診断の目的

- ・存在診断／鑑別診断：がんがあるのか？ ないのか？ そもそもがんなのか？
- ・病期診断：がんとか腫瘍とかはある。では他に治療を要する病気や転移は無いのか？
- ・治療効果判定：薬を投与したが病巣は小さくなっているか、薬は効いているのか？
- ・再発診断：手術後また新たに何かできていないか。再発していないか
- ・がん検診：“早期発見・早期治療”につなげよう。

4. 神経内分泌腫瘍(NET)の診断に用いられる様々な画像診断

1. 単純X線写真
2. 上部・下部消化管透視・注腸検査、血管造影、胆管造影など造影剤を投与してX線写真を撮る検査
3. US（超音波検査）
4. CT
5. MRI
6. 核医学検査

今日は、4,5,6について掘り下げて解説します。

画像診断の解説

1. CTについて

● その基本原理

X線の管球からX線が飛び体を通り抜けてその向こう側の検出器にどのくらいX線が到達しているかということをもって画像化していくのがX線写真の原理で、さらにCTは管球を体の周りに回すことで体の輪切りの写真を撮るといった特徴があります。

● マルチスライスCT (Multidetector-row CT)

現在のCTは、技術が進歩し1回の照射の間にベッドが動いてからだの輪切りの写真を撮る短時間に、らせん状に広い範囲の写真が撮れるようになってきています。

時間分解能(どれだけ短時間で撮れるか)と空間分解能(どれだけ小さい物を分離できるか)が非常に上がった。そこで、人体をごく小さな多数の立方体(一辺1mm以下)で構成されているも

のと考え、X線の透過度をデータとして収集、そのデータをコンピューターで立体的に再構成することによって、任意の断面、角度で切り出して見るができるようになりました。

● ヨード造影剤の利用

昔はヨードの含まれる薄い造影剤（低粘稠度）を、時間をかけて入れていたのですが、最近は濃い濃度の造影剤（高粘稠度）を短時間に一気に入れるように変わっています。この造影剤は画像にコントラストを付けることができるため、画像診断する上で重要な役割を担っています。

ヨードアレルギーのある方は検査によって重篤な副作用を被ってしまいますので、その場合は単純CTやMRIを使います。

● CT検査と医療被ばく問題

CTは放射線を使う検査ですので、被ばくします。1スライス当たりは短時間になって昔よりも被ばく量は減っていますが、複数回撮ることになるのでトータルでは被ばく量は増加している。

放射線被ばくを考えるときに重要なことは、放射線の量（どのくらいの量を被ばくしたのか、低線量なのか高線量なのか）と被ばくの時間（短時間か長時間か）です。

● 確定的影響と確率的影響

確定的影響というのは放射線被ばくを受ければ絶対起きる副作用です。すなわち、ある一定線量以上放射線を受けたら、皮膚の障害が出るし、場合によっては死に至ります。

一方、確率的影響というのがあります。起きるか起きないかは分からないけれども一定の確率で起きるので起きる可能性を考えなければならない。その中で一番重要になってくるのが、がんになったり白血病になったりするという影響です。

実際、100ミリシーベルトを超えると癌の発生の確率は高まりますが、日常診療で行っている放射線被ばくは低線量なので自然発生率と変わらない。つまり、放射線被ばくが癌の発生確率を高めることは周知のことなのですが、「低線量の」放射線被ばくが癌の発生確率を高めているかは、あるともないとも確実なことが言えません。

● 人体への影響のメカニズム

放射線の被曝によって細胞のDNAが損傷を受けます。しかし細胞には修復酵素というのがあるので修復されます。修復が成功すれば障害はありません。修復が失敗すると細胞死や変性が起こりますが僅かであれば影響は少ない。修復が不完全な場合、突然変異を起こし、がんや遺伝的影響がでます。一度に被ばくが大きいと多数のDNAが壊れて多数の細胞が死ぬのでその機能が失われることとなります。しかし、低い線量で長期間被ばくする場合では修復機能があるのでそれほど問題にはなりません。ですから、あるかないかわからない副作用を恐れて何もせず、病気が悪化させてしまうよりは、必要な検査であればそれを受けて目の前の疾患を治す方向に利用した方が良いこととなります。

● 放射線による発癌への影響

生活習慣などによる癌の死亡率はおよそ30%と言われています。また、一定量以上の放射線被ばくでは確かに癌の死亡率は増加しますが、それより小さい場合はがん死亡率への影響は分からない。したがって、放射線防護の基本的な考え方は、低線量の小さい放射線被ばくであっても、線量とともに死亡率が増加するものと仮定します。実際のデータに基づいたものではなく、証明が難しいところなので、「この値以下なら何もおきない」という値をあえて設定しない、ということです。多数のCTを受けるとがんによる死亡率は上がると言われる可能性がありますが、そ

れはあくまでこの仮定を前提としたもので、証明はできず、実際に観察された出来事に基づいたものではありません。したがって、主治医が必要と言う検査であれば、心配せずに受けた方がいいですし(目の前の病気を直すことが最優先)、 unnecessaryな検査は受ける意味がありません。

● 非イオン性造影剤による副作用

ヨード造影剤は一定の確率で副作用を起こします。いわゆるヨードアレルギーと呼ばれます。造影剤を使ったCT検査での重篤な副作用はまれですが、過去の検査でヨードアレルギーがあるとわかっている方は造影剤を使用することができません。

● (まとめ) CTとは？

画像診断のひとつとしてまず考慮されるきわめて情報量の多い検査です。ただし、情報追加によるメリットがなければ、検査による“放射線被ばく”は正当化されませんので、「必要な検査は受ける、 unnecessaryな検査は受けない」が良いかと思えます。

2. MRIについて

MRIは、放射線を使わないので放射線被ばくという意味では非常に安全です。

MRIの原理ですが、「水素原子の密度を磁場の力を利用して測定、画像化する」と言えると思います。

● CTとMRIの相違

CTはX線の透過性の違いを白黒の濃淡で表現しているのに対して、MRIは上の原理によって画像化するので組織の性状をよりクリアに映像化してくれます。ですので、MRIでは質的診断が可能になります。

● 拡散強調画像

もともとは脳梗塞の診断に役立ったが、現在は腫瘍の病巣を見つけるのに非常に役立っている検査です。肝転移なしと診断されていたものが、拡散強調画像によって微小な肝転移が見つかり、手術するよりも化学療法が良いと治療方針が変わることもあります。

● 妊娠初期のMRI

昔、胎児に対する影響はどうだろうか心配されていましたが、2016年に「140万件の追跡調査をしたが妊娠初期にMRIの診断を受けたことによって胎児に何らかの異常をきたすことはなさそうだ」という事が分かりました。ただ、CTと同じように、必要な検査は受けるべきだし unnecessaryな検査は受けない方がよいと考えています。

● (まとめ) MRIとは？

- ・組織の性状をみきわめる際に有用な情報をもたらす検査
- ・検査室への金属持ち込み禁止！酸素ボンベや車いすが飛ぶという事故があった。

3. 核医学について

核医学検査というのは、体内に投与した放射性薬剤の分布をとらえる検査。

PET/CTは核医学画像と、解剖学的情報が得られるCT画像との融合画像が得られる複合型画像診断装置のことです。

そこで使われる薬剤はFDG (フルオロ デオキシ グルコース) というのですが、この検査は糖の取り込みの多いところが画像としてわかるものです。多くの悪性腫瘍では糖の取り込みが

多いのですが、神経内分泌腫瘍ではあまり取り込まないので、オクトレオスキャンを使って病巣の検出に役立っています。

放射性物質を体の中に投与してその集まり具合で病変を見つけるという事に関しては、FDGもオクトレオスキャンも変わりはないです。

● PET/CTの長所と短所

全身をとらえられますので、予期せぬ病変が分かります。また、細かいところはわかりにくいのですが逆に大雑把に在りそうか無さそうかという事については非常にわかりやすい画像が得られます。

一方で、写っている画像が治療を要する病気かどうかは別に解釈が必要になってきます。また、検査機械が高いものなのでこの病院でもあるというわけではないし、検査費用がちょっと高いかもしれません

CTだけの画像、PETだけの画像それぞれでは異常を見つけにくいですが、CTとPETとを合わせるとはっきりと病変が確認でき、診断ができます。この技術は21世紀になって普及し、日本では2004年からこの検査ができるようになりました。最近では多くの病院で使用されています。

● 病期診断・再発診断のピットフォール

FDGは糖代謝の亢進部位に分布するのであり、必ずしも悪性腫瘍に特異的に集まるわけではないので、解釈が必要になってきます。悪性疾患と関連するか否かで治療方針が変わる場合には、生検による確定を考慮しなければなりません。

また逆に、FDG-PETで偽陰性になりやすい転移巣もあります。例えば、脳転移、小さな肺転移や腹膜転移、肝細胞癌、腎癌、前立腺癌、NET、前立腺癌や乳癌の骨転移などの造骨性骨転移もそうです。

● NETで用いられる核医学検査

オクトレオスキャンとドータトック (DOTATOC)、ドータテイト (DOTATATE) について。

ソマトスタチン受容体イメージングというのは、ソマトスタチン受容体に親和性を有する放射線薬剤を投与して病変を見つけるものです。インジウム111の標識製剤が今大きな病院ですとたいてい受けられるオクトレオスキャンです。

去年まで京大で行っていたガリウム68ドータトックはPET製剤で、京大で臨床研究として行っていましたが、現在は日本全国どの病院でも受けることができません。

● ソマトスタチン受容体を標的とした診断と治療の歴史

94年にチェコでインジウム111 オクトレオタイド シンチグラフィが承認されましたが、日本での承認は2015年で、遅れること21年です。日本は大変遅れています。

さらに、1996年2000年2012年とイットリウム90、ルテシウム177で標識した薬を使うことで治療につなげています。いわゆるPRRTです。これがヨーロッパでは行われていますけども、日本では東京医科歯科大と横浜市大で治験が行われている段階で、承認にはまだ時間を要するのが現状です。

オクトレオスキャンよりもドータトックの方が検査として優れているのは欧米のデータから

も、京大のデータからも明らかで、何年かすると移行する可能性があります。が、より適切な治療方針を決定するために、という視点では現在のオクトレオスキャンでも悲観することはありません。「オクトレオスキャンで次のステップにつなげるべく検査してみましょう」と主治医の先生が言われたら検査を受けた方がいいと思います。

最後に

● 素朴な疑問

「結局画像診断って要るんですか。病理とったらそれで決まりじゃないですか。」

もちろんそういう見方もあると思います。ただ、病変といっても病変ごとに性質が変わることがあります。体の全体で何が起きているのか把握し、適切な治療方針を考えるうえで画像診断は役立ちます。また病理を取るための生検部位を決めることにも役立つかもしれません。確定のためには病理が必要だが、全体像をとらえるために、低侵襲の画像診断は治療方針を考える上でこれからも重要な役割を担うと思います。

● ひとことでまとめると

画像診断法は時代とともに変化している。各々の画像診断法の特徴を理解し、効率的に利用すべきものである。