

【要約】

Visualizing pelvic splanchnic nerve and hypogastric nerve  
with Magnetic Resonance Neurography in rectal cancer patients

(直腸癌患者における MRneurography を用いた骨盤内臓神経及び下腹神経描出の試み)

千葉大学大学院医学薬学府

先端医学薬学専攻

(主任：松原 久裕 教授)

池田優子

## 【背景】

直腸癌の手術において疾患の根治は勿論重要な点であるが、それと同時に下腹神経、骨盤内臓神経の温存は排尿障害、性機能障害と関係があり術後の生活の質の向上のために重要である。鏡視下手術の普及に伴い開腹手術が主流だった時代に比較し、術野はより鮮明に認識されるようになり、術中に神経の同定を行うことが比較的容易になった。しかしながらそれでも不要な神経損傷は現在でも少なからずあり、また切離してよい直腸枝なのかそれとも温存すべき神経本幹なのか、術中に悩む場面も少なくない。

術前の CT 画像等から 3D 血管構築像を作成し Navigation Surgery として用いることにより、安全な郭清や血管処理が行えるようになってきている。しかし神経像を用いた Navigation Surgery の報告はいまだなく、もしも神経の描出が可能であれば神経温存はより安全に行うことができる可能性がある。

今回の研究では T2 強調画像を用いた Magnetic Resonance Neurography で下腹神経及び骨盤内臓神経を描出し、それぞれの描出率、神経描出に関連する因子の検討を行い、今後の臨床応用に向けての課題を検討した。

## 【対象】

2019 年 12 月から 2020 年 9 月までの間に当院で MRN 画像検査を受けた直腸癌術前患者 37 例を対象とした。体内に金属製の装置があるもの、閉所恐怖症があるもの、他者とのコミュニケーションが難しいものは対象より除外し、またすべての被験者から書面によるインフォームドコンセントを得た。

## 【画像解析】

3D-STIR の coronal 画像から workstation (AquariusNET Viewer) を用いて作成した 10mm 厚 slab の oblique coronal の MIP(maximum-intensity projection) image を使用し、画像解析を行った。Oblique coronal の定義は、下腹神経は腹部大動脈と平行な断面、骨盤内臓神経は岬角と恥骨上縁を結ぶ直線に水平な断面とした。神経描出の判定は、下腹神経は左右それぞれ、骨盤内臓神経は左右に加え S2, S3, S4 を区別し、神経の描出度合を 4 段階（神経全体が連続して同定できたもの=excellent, ほぼ全体がみえたもの=good、一部がみえたもの=fair, 見えない・ほぼ見えなかったもの=poor）に分けて評価した。それを基に、excellent もしくは good を描出できたと定義し神経別描出率を算出した。また描出率に関連する因子の検討では、excellent もしくは good がひとつでもあった症例を描出できたと定義した。

## 【結果】

### 1、下腹神経の描出率

右下腹神経の描出スコアは Excellent0 例、Good6 例、Fair17 例、Poor14 例であり、描出率は 16%だった。左下腹神経の描出スコアは Excellent2 例、Good4 例、Fair19 例、Poor12 例であり、描出率は 16%だった。下腹神経全体の描出率は 22%だった。

### 2、骨盤内臓神経の描出率

骨盤内臓神経の描出スコアは右 S2, S3, S4, 左 S2, S3, S4 それぞれ Exellent, Good, Fair, Poor の順に、右 S2(7,10,10,10)、右 S3(6, 9, 8, 14)、右 S4(4,2,5,26)、左 S2(8,12,5,12)、左 S3(11,9,4,13)、左 S4(2,5,6,24)だった。神経別の描出率は右 S2(46%)、右 S3(41%)、右 S4(16%)、左 S2(54%)、左 S3(54%)、左 S4(19%)だった。骨盤内臓神経全体の描出率は 81%だった。

### 3、描出率に関連する因子

下腹神経、骨盤内臓神経それぞれで描出率に関与する因子の検討を行った。年齢、性別、身長、体重、BMI、ブスコパン、腫瘍の位置、cT、cN、糖尿病、腫瘍マーカー、CRP、Alb、PNI、産科的真結合線、内臓脂肪の面積、内臓脂肪の CT 値について検討を行った。下腹神経は CRP 高値( $p=0.0345$ )、臍の高さの内臓脂肪面積が多い( $p=0.0355$ )症例で有意に描出率が高かった。また、糖尿病患者、大腿骨頭の高さの内臓脂肪面積が多い症例で描出率が高い傾向にあった。骨盤内臓神経は cT4 以上( $p=0.0042$ )、cN+ ( $p=0.0287$ )の症例で有意に描出率が低く、大腿骨頭の高さの内臓脂肪面積が多い( $p=0.0046$ )、臍( $p=0.0493$ )及び大腿骨頭 ( $p=0.0256$ )の高さの内臓脂肪の CT 値が低い症例で有意に描出率が高かった。また CEA 低値で描出率が高い傾向にあった。

#### 【考察】

今回我々は T2 強調画像の一つである 3D-STIR を使用し神経の描出を試み、下腹神経の描出率は 22%、骨盤内臓神経の描出率は 81%という結果だった。我々と同様に T2 強調画像を用いて下腹神経、骨盤内臓神経を描出している P.Li らは下腹神経、骨盤内臓神経の描出率はそれぞれ 96.7%、93.3%と報告している。神経の同定を Mimics というソフトウェアを用いて半手動で行っている。MRI の信号強度を用いて神経を同定したとしているが、その信号強度の値の記載はない。3D-STIR において血管と神経の信号強度は似通っており、おそらく彼らの報告は神経のみでなく周囲の血管を神経として同定しているのではないかと思われ、その結果高い描出率となったのではないかと考えられる。拡散強調画像(RS-EPI DW-MRN)を用いて骨盤内臓神経の描出を試みた R.Yamashita らは 73-81%と報告している。この撮像法では神経が選択的に高信号強度に描出されるとされ、彼らの結果は正確な描出率を表していると思われる。我々は解剖学的な位置関係から神経を同定し、血管と区別つかないものに関しては神経としては扱わず描出率を算出した。骨盤内臓神経の描出率は R.Yamashita らと遜色のない結果であったため、本撮像方法は RS-EPI DW-MRN に劣らない神経描出率が期待できる方法であると思われる。

下腹神経が骨盤内臓神経に比べて描出率が圧倒的に低い理由として、一つは神経の太さに関係すると思われる。2つ目の理由としては、下腹神経は大動脈に接しており拍動による影響を受けやすいことが挙げられる。3つ目の理由としては、下腹神経には高信号の腸液を含む腸管(特に小腸)が解剖学的に近接しやすいことが考えられる。今回の検討ではブスコパンを投与したかどうかは下腹神経の描出率に影響を及ぼさないという結果であるため、腸管蠕動は関係ないかもしれない。それよりも大動脈前面に腸液を含んだ小腸が接しているかどうか重要であり、そのような症例では下腹神経は描出不能であった。

骨盤内臓神経を神経根別に描出率を求めたが、S2、S3 に比べ S4 の描出率が低かった。S3、S4、S2 の順に太いという報告があり、描出率の違いは太さによるものではないだろう。今回画像解析の際、骨盤内臓神経の同定には神経走行になるべく近似した断面として岬角と恥骨上縁を結ぶ直線と平行な断面の画像を用いた。しかし神経の走行の角度は S2、S3、S4 それぞれ微妙に異なっており、神経の同定しやすい断面も異なると予想される。データとしてまとめてはいないが、今回定義した断面では同定されたなかった S4 が、S4 の神経根に合わせた断面では同定できた症例があった。目的とした神経に最適な断面での画像解析が重要であり、今後の検討項目の一つであると考ええる。

描出率に関与する因子の考察に移る。まず、下腹神経では臍の高さ、骨盤内臓神経では大腿骨頭の高さ、の内臓脂肪面積が多い方が有意に描出率が高かったが、神経周囲の脂肪組織が多いと描出しやすいと解釈でき、これは神経と血管の間に脂肪が介在したほうが同定しやすいからと考えられる。次に、cT4、cN+で骨盤内臓神経の描出率が有意に低かったが、T4 の症例では腫瘍周囲の信号強度が強くなり、N+では転移リンパ節という高信号の構造物が増えることが神経の同定に不利に働くためと思われる。骨盤内臓神経の描出率が内臓脂肪の CT 値の低い症例で有意に高かったことも同様の理由が考えられる。脂肪の CT 値が高くなるのは炎症や浮腫がある場合であり、そのような場合は神経周囲の脂肪が高信号を呈するため神経が描出しづらかったと考えられる。水や炎症を高信号として捉える T2 強調画像を使用しているため、避けようのないことと思われる。

今回の研究は将来的な神経の **Navigation Surgery** への応用を考えて始めたものだが、**Navigation** がより有用と思われる進行度の高い症例ほど描出率が低いという結果になってしまった。今後更なる撮像法の工夫が必要と考えられる。また内臓脂肪面積の多い症例ほど描出率が高かったが、内臓脂肪の多い症例は術中の神経同定は難しく、**MRN** 画像が **Navigation Surgery** へ応用できれば恩恵は大きなものとなることが想像される。

我々の研究にはいくつかの限界がある。第一に症例数が少ないことが挙げられる。下腹神経のみ CRP 高値で描出率が有意に高かったという結果は、症例数の少なさが理由ではないかと考えている。第二に今回同定したものが本当に神経であるかどうかということである。本研究は基本的に術前患者を対象としているため、撮像後に手術により摘出標本を得られるという利点がある。しかし今回描出対象とした下腹神経、骨盤内臓神経は温存する組織であるため、その標本の病理検査で確定することはできない。今後神経描出の研究を続けるにあたり大きな課題と考える。

我々の研究では **3D-STIR** を用いて下腹神経、骨盤内臓神経を描出し、その描出に関与する因子が内臓脂肪面積、周囲の構造物の信号強度に左右されることが分かった。**Navigation Surgery** への応用には、撮像法の工夫等さらなる研究が必要と思われる。