

原 著

## 陰部神経機能からみた直腸癌低位前方切除術後 soiling の検討

日本大学医学部外科学講座外科1部門, 大阪大学大学院医学系研究科小児外科学\*

五十嵐誠悟 富田 涼一 福澤 正洋\*

**目的:** 直腸癌低位前方切除術後肛門機能を陰部神経の運動枝と知覚枝から検討を行った。 **対象:** 直腸癌低位前方切除術 (D3 郭清, 自律神経非温存) 術後症例 28 例 (男性 19 例, 女性 9 例, 47~77 歳, 平均 65.4 歳) を soiling 陽性群 14 例 (A 群; 男性 10 例, 女性 4 例, 66.8 歳), soiling 陰性群 14 例 (B 群; 男性 9 例, 女性 5 例, 61.7 歳) の二つに分類し, 対照症例 29 例 (C 群; 男性 19 例, 女性 10 例, 40~66 歳, 平均 56.5 歳) と比較検討を行った。 **方法:** 陰部神経運動枝は S2-4 脊髄神経根磁気刺激 (SMS) を用いて伝導時間を, 知覚枝は肛門管粘膜電流感覚閾値測定法 (AMES) を用い検討した。 **結果:** SMS; A 群は B, C 群より有意に延長しており (それぞれ  $p < 0.01$ ), B 群は C 群より有意に延長していた ( $p < 0.01$ )。 AMES; C 群では中部が最も鋭敏であった。 A 群では上 (歯状線より 1cm 上部)・中 (歯状線部)・下部 (歯状線より 1cm 下部) のいずれの部位において他の群に比べ最も不良であった。 また, A 群では上・中部において明らかに B 群より不良であった (それぞれ  $p < 0.05$ )。 **結論:** 低位前方切除術後の soiling の原因に陰部神経の運動枝と知覚枝がともに損傷されて生じる可能性が示唆された。

### 緒 言

直腸癌に対する前方切除術は, 根治性と機能面を考慮した術式として, 各施設で広く施行されている。しかし, 術後 quality of life (QOL) の低下に最も関与する soiling (粘液や便による下着の汚染) や incontinence (便失禁) に悩まされる症例は 29.4~48.1%<sup>1)2)</sup> と多く経験されている。soiling や incontinence の原因については, これまで直腸肛門内圧検査を主体に検討され, 括約筋能, 貯留能, 直腸肛門感覚能, などの種々の因子の機能低下が報告<sup>3)~5)</sup>され, 特に括約筋能の低下が指摘されてきた。括約筋機構には内・外肛門括約筋が存在し, 特に外肛門括約筋は, 咳きや体位変換時に腹圧のかかる際に, 直腸内容が漏れないよう (soiling や incontinence の予防) に自発収縮をすることで, 便保持 (continence) という大事な作用を有している<sup>6)</sup>。外肛門括約筋支配神経である陰部神経機能の検討については, 慢性便秘症例の排便時怒責

や分娩時骨盤底筋群過伸展による陰部神経運動枝伸展損傷から, 外肛門括約筋の運動神経調節機能の低下による soiling を認めることが報告<sup>7)</sup>されている。一方, soiling や incontinence 症例ではガスや便などを識別する陰部神経感覚枝による肛門管感覚能の低下も指摘されている<sup>5)8)</sup>。すなわち, 陰部神経は便保持能に重要な外肛門括約筋および肛門管粘膜感覚を支配している。そこで, 我々は soiling を伴う低位前方切除術 (low anterior resection; 以下, LAR と略記) 術後症例の陰部神経機能を運動枝および知覚枝について検討を行った。

### 対象と方法

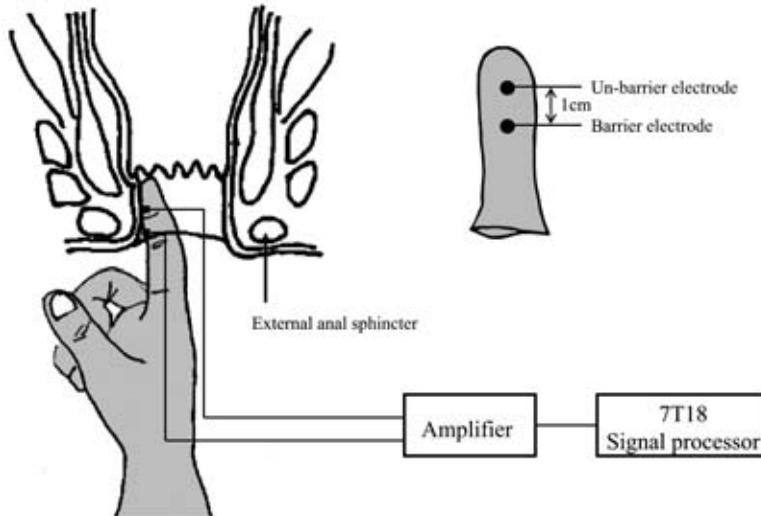
#### 1. 対象

1994 年 1 月から 1997 年 12 月までの過去 4 年間に当教室および関連病院で経験した LAR (リンパ節郭清は, 中枢方向 D3, 側方向 D2 とし, 下腹神経および骨盤神経を非温存として double stapling technique によるストレート再建。)が施行された中, 下部直腸癌 28 例 (男性 19 例, 女性 9 例, 年齢分布 47~77 歳, 平均 65.4 歳) を対象とした。所在部位は Rab 18 例, Rb 10 例であり, Dukes 分類

<2005 年 4 月 27 日受理> 別刷請求先: 五十嵐誠悟  
〒173-0032 板橋区大谷口上町30-1 日本大学医学部  
外科学講座外科1部門

Fig. 1 Measurement of Pudendal Nerve Motor Terminal Latency by sacral magnetic stimulation

Latency of the evoked muscle action responses in external sphincter muscles is recorded after stimulation of S2-4 sacral motor nerve roots of the cauda equina.



は A 12 例, B 10 例, C 6 例であった。これらを soiling 陽性群 14 例 (A 群; 男性 10 例, 女性 4 例, 年齢分布 58~77 歳, 平均 66.8 歳), soiling 陰性群 14 例 (B 群; 男性 9 例, 女性 5 例, 47~75 歳, 平均 61.7 歳) の二つに分類した。検査時期は術後 2 年以上 (24~60 か月, 平均 27.1 か月) 経過した時点でを行い, 肛門鏡を用い確認した吻合部位は歯状線より 2~6cm, 平均 3.4cm で, 手術前・後に放射線療法を行った症例はなかった。対照 (C 群) は, 1995 年 1 月から 2000 年 9 月までに, 当教室で経験した体表疾患で入院した 29 症例 (男性 19 例, 女性 10 例, 年齢分布 40~66 歳, 平均 56.5 歳) を用いた。

今回, 対象の soiling 陽性群は下着が粘液および便で汚染されることが起床時に認めるが, 日中では下痢時のみ認められる症例であった。また, 当教室のデータ<sup>2)</sup>から術後直腸肛門機能が安定するのに多くは 6 か月から 1 年かかるが, 時に 1 年 6 か月以上かかった症例もあった。そこで, 今回の検討では術後 2 年以上経過した症例を用いることとした。

なお, 今回の検討症例はインフォームドコンセントにより全例本研究に同意, 協力しており, 手

術既往, 精神神経疾患, 代謝・内分泌疾患, 消化器疾患, 排便異常, 慢性便秘, などを有さなかった。また, 女性は全例が未産婦であった。そして, 磁気刺激法については, 日本大学医学部倫理委員会の承諾を得て行った。

## 2. 測定方法

1) S2-4 脊髄神経根磁気刺激による陰部神経伝導時間測定検査 (SMS)

ゴムサックの先端から 1cm と 2cm 手前に導出用電極, および先端より 3cm 手前にアース用電極を取り付けた装置を自作した。そして, アース電極は被検者の右下肢外顆から導いた。測定の実際は, 被検者を左側臥位にして自作した電極装置を示指に装着後, 刺激を与えないようにゆっくり肛門内に挿入し, 外肛門括約筋に導出用電極を肛門管に対して 9 時 (右側), 3 時 (左側), 6 時 (後側) の各方向に当てるようにした。刺激については, 仙骨部に円形刺激コイルをあて, 磁気刺激法にて S2-4 脊髄神経根刺激を行い, 外肛門括約筋にあてた導出用平皿電極から得られた筋電図を増幅器を経て signal processor (7T18, NEC メディカルシステムズ) に反応波形を描いた。磁気刺激装置

Fig. 2 Measurement of anal mucosal electric sensitivity

The anal canal length was divided into three zones : lower [portion below 1 cm from dentate line (DL)], middle (DL), and upper zone of the anal canal (portion above 1 cm from DL), and sensitivity was measured in each zone by using a special catheter (Foley catheter 12Fr.) carrying two platinum electrodes 5mm apart. A small electric current from a constant current generator (frequency 1Hz, duration 0.2msec repeating square wave stimulation) passed between the electrodes until the patient felt a sensation that was often described as a tingling or a pulsing. The current in milliamps was noted at this point and an average of five estimations at each level was taken as the threshold value.

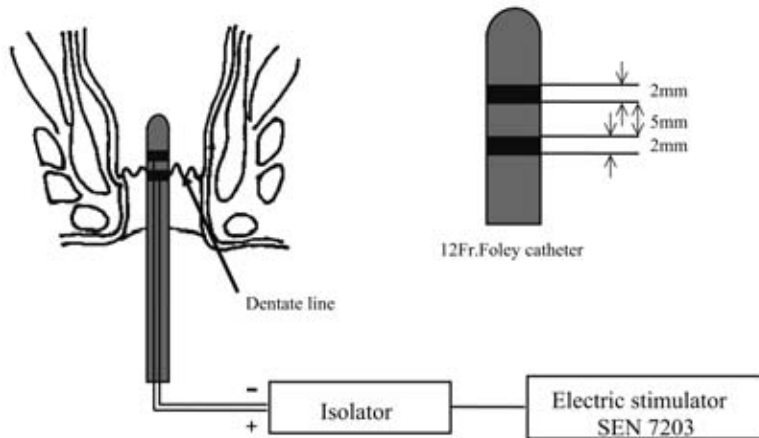
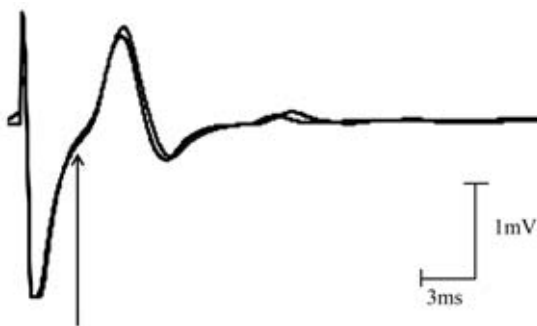


Fig. 3 A typical pudendal nerve motor terminal latency by sacral magnetic stimulation of a control subject (a 52 year old male). Measurement value was 3.75ms (arrow).



(SMN-1100, 日本光電)の刺激条件については、出力電圧は良好な反応波形が得られるように300-900Vの間で可変(最大出力電流7,500A, コンデンサー容量1,500 $\mu$ Fで、最大磁界までの立ち上がり時間は約166 $\mu$ sec)した。使用したコイルは平角銅線を巻いた直径9cmの円形コイルで、最大磁束密

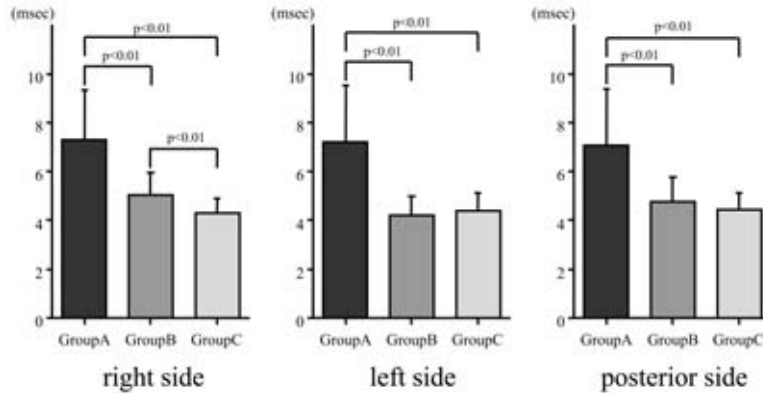
度は1.8 teslaである (Fig. 1)。

2) 肛門管粘膜電流感覚閾値測定検査 (AMES)

12Fr. シリコンフォーリーカテーテルに、先端より1cmと1.7cmの部位に2mm幅の白金電極を環状に装着したものを自作した。測定は被検者を左側臥位とし、肛門鏡で歯状線を確認し、同カテーテルを経肛門的に挿入し、刺激電極下端が歯状線部より1cm上方(肛門管上部)、肛門管歯状線部(肛門管中部)、歯状線部より1cm下方(肛門管下部)にあたるようにし、計3か所を測定した。刺激装置 (electric stimulator SMN-7203, 日本光電) の条件としては、frequency 1Hz, duration 0.2msecの矩形波電流を0.1mAずつ徐々に上げ(最大刺激は30mA)、被検者が違和感を初めて感じた時点の電流値 (mA)を肛門管粘膜電流感覚閾値とした (Fig. 2)。

両検査ともに、室温は25 $^{\circ}$ Cのシールドルームで行い、測定回数は各部位で5回測定し、平均値をもって代表値とした。なお、測定は著者が行い、

**Fig. 4** Pudendal nerve terminal motor latency by sacral magnetic stimulation (SMS)  
 Conduction delay of pudendal nerve terminal motor latency in Group A was significantly longer than Group B or Group C ( $p < 0.01$ , respectively). In addition, conduction delay of pudendal nerve terminal motor latency in Group B was also significantly longer than Group C ( $p < 0.01$ ).



検査を施行するに際しては、原則として食事制限や浣腸・前投薬投与などの前処置はせず、早朝空腹時に行った。

平均値は  $\text{mean} \pm \text{SD}$  で表し、統計学的解析には、Mann-Whitney U test を用い、 $p < 0.05$  を持って有意差ありとした。

## 結 果

1) 吻合部距離(肛門鏡を用いた歯状線からの距離)

A 群  $2.44 \pm 0.79 \text{ cm}$  (2~6cm), B 群  $3.89 \pm 1.58 \text{ cm}$  (2~6cm) であり、A 群は B 群に比べ吻合部距離が短い傾向にあった ( $p < 0.10$ )。

2) S2-4 脊髄神経根磁気刺激による陰部神経伝導時間値

**Fig. 3**は対照(52歳, 男性)の右側における SMS の外肛門括約筋反応波形である。横軸は刺激からの時間を示し、誘発筋電図(M波; 刺激された運動神経に直接支配されている筋から導出される筋活動電位)出現までの時間(潜時), すなわち, SMS は本例では 3.75ms と計測される。

(1) 右側

A 群  $7.28 \pm 2.06 \text{ ms}$  (4.80~10.5ms), B 群  $5.04 \pm 0.88 \text{ ms}$  (3.90~6.55ms), C 群  $4.30 \pm 0.58 \text{ ms}$  (3.30~5.60ms) であった。A 群は B, C 群に比較して有意に延長していた(それぞれ  $p < 0.01$ )。また、B 群は

C 群に比較して有意に延長していた ( $p < 0.01$ ) (Fig. 4)。

(2) 左側

A 群  $7.19 \pm 2.34 \text{ ms}$  (4.45~10.6ms), B 群  $4.21 \pm 0.80 \text{ ms}$  (2.95~5.25ms), C 群  $4.39 \pm 0.73 \text{ ms}$  (3.00~5.95ms) であった。A 群は B, C 群に比較して有意に延長していた(それぞれ  $p < 0.01$ ) (Fig. 4)。

(3) 後側

A 群  $7.06 \pm 2.29 \text{ ms}$  (4.15~10.4ms), B 群  $4.75 \pm 0.98 \text{ ms}$  (3.00~6.45ms), C 群  $4.42 \pm 0.73 \text{ ms}$  (3.15~6.15ms) であった。A 群は B, C 群に比較して有意に延長していた(それぞれ  $p < 0.01$ ) (Fig. 4)。

なお、各群において右, 左, 後側の測定値間に有意差を認めなかった。

3) 肛門管粘膜電流感覚閾値

(1) 肛門管上部

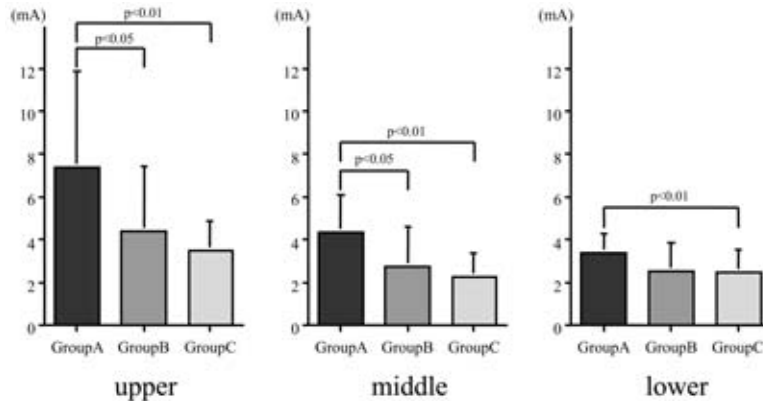
A 群  $7.37 \pm 4.53 \text{ mA}$  (2.72~18.1mA), B 群  $4.42 \pm 2.99 \text{ mA}$  (0.66~10.6mA), C 群  $3.47 \pm 1.41 \text{ mA}$  (0.37~7.25mA) であった。A 群は、B, C 群より有意に閾値の上昇を認めた(それぞれ  $p < 0.05$ ,  $p < 0.01$ ) (Fig. 5)。

(2) 肛門管中部

A 群  $4.35 \pm 1.75 \text{ mA}$  (1.77~8.28mA), B 群  $2.77 \pm 1.86 \text{ mA}$  (0.42~6.33mA), C 群  $2.27 \pm 1.08 \text{ mA}$  (0.26~5.55mA) であった。A 群は、B, C

Fig. 5 Anal mucosal electric sensitivity (AMES)

In group C, recording at the Middle zone showed the best results compared with the other recording portions. The patients in group A showed the worst results in the anal mucosal sensation compared with the other groups. A sensation in group A was significantly duller than group B at the Upper and Middle zone ( $p < 0.05$ , respectively).



群より有意に閾値の上昇を認めた（それぞれ  $p < 0.05$ ,  $p < 0.01$ ) (Fig. 5).

### (3) 肛門管下部

A 群  $3.37 \pm 0.93 \text{mA}$  (0.80~4.80mA), B 群  $2.54 \pm 1.29 \text{mA}$  (0.74~5.77mA), C 群  $2.50 \pm 1.03 \text{mA}$  (0.28~5.60mA)であった. A 群はC 群より有意に閾値の上昇を認めた ( $p < 0.01$ ) (Fig. 5).

## 考 察

直腸肛門の生理的機能の維持には、内・外肛門括約筋/恥骨直腸筋の複合体機能の調和が重要であり、いずれの括約筋も便保持に重要な役割を果たしている<sup>9)10)</sup>. 特に外肛門括約筋は内肛門括約筋や恥骨直腸筋の便保持作用を補強しており、意識下の腹圧上昇時における失禁防止の役割をしている. 外肛門括約筋の支配神経は、S2, S3, S4 (主にS3, S4)の脊髄神経からなる陰部神経叢の外側群を構成する陰部神経(運動・知覚枝)である<sup>11)</sup>. これまで、陰部神経運動枝の機能は、陰部神経伝導時間測定 (puddental nerve terminal motor latency; 以下、PNTML と略記)が主に検討されてきた<sup>12)~20)</sup>. PNTMLの問題点は、測定時に痛みを伴いアーチファクトを生じる. 経験の浅い検者は刺激が適切に行えない. 坐骨棘から外肛門括約筋までの陰部神経末梢部分しか評価できない. 外肛門括約筋を直接刺激して反応をみている可能性もあ

る、などが挙げられている<sup>12)17)</sup>. 以上の欠点を解消するため、磁気刺激法が選択されている. 磁気刺激法は、S2-4脊髄運動神経根部から外肛門括約筋までの陰部神経全長の伝導時間を測定が可能で、容易に行えて再現性に富み、一定したデータが得られる. そこで、我々はSMSの検討を行った.

SMSの正常値は左右側に差はなく  $3.7\text{--}4.4 \pm 0.3\text{--}0.5 \text{ms}$  で、平均値+2SD以上あれば異常値とされ<sup>2)21)~23)</sup>,主に慢性便秘例や分娩後の排便障害例が研究されてきた. そして、伝導時間が延長するS2-4脊髄神経症 (sacral neuropathy)は、排便時怒責や分娩により骨盤底筋群が伸展され会陰下垂を生じ、骨盤底筋群下部を走行する陰部神経も同時に伸展されて神経損傷を生じるという<sup>23)</sup>. また、左右側一方の神経損傷による伝導時間延長症例では、片側が正常に機能していれば外肛門括約筋機能に支障は生じないとされている<sup>14)</sup>. したがって、SMSは左右の神経が交叉して支配している6時方向(後側)のみを測定している施設もある<sup>17)24)</sup>. なお、測定不能な場合は高度な神経損傷、骨盤手術操作による直腸肛門周囲の線維化、測定技術の未熟などがあると報告<sup>19)24)</sup>されている. 我々も本検査に熟練した検者が行っており、対照群では同様の正常値が得られ、各部位に測定値の差はなく、後側のみで評価可能と思われた. また、LAR症例

における SMS の検討では、右、左、後側すべての部位にて soiling 陽性群は対照群、soiling 陰性群に比べ陰部神経伝導時間の延長を明らかに認めた。この理由としては、soiling 陽性群は吻合部位が soiling 陰性群より下部の症例が明らかに多く、soiling 陽性群は soiling 陰性群と比べて骨盤内の手術操作や経肛門的操作が難しく、肛門管が過伸展され、陰部神経損傷が生じたと思われた。なお、右側において、soiling 陰性例は対照例に比べ有意に SMS の延長を認めたが、左、後側では対照例と差を認めなかった。すなわち、片側が正常に機能していれば外肛門括約筋機能に支障は生じないと思われた。

soiling や incontinence の防止に、肛門管感覚も重要である。上部肛門管では特に直腸内容の sampling 機能を有し、continence の維持に重要な役割をしている。客観的肛門管感覚能の測定方法には、肛門管電流感覚閾値測定と肛門管温度感覚測定検査法の 2 種類があり、ともに患者負担のない再現性ある検査とされている<sup>8)</sup>。しかし、電流知覚は強い場合には痛み、弱い場合には違和感として感じ、continence に大事なガスと便の区別には温度感覚が良いとする報告<sup>25)</sup>もある。一方、電流と温度感覚は相関するとする報告<sup>26)</sup>もあり、前者が測定装置も単純であるため主に用いられている。肛門管電流感覚閾値の成人正常値は、3~6mA とする報告<sup>8)26)~28)</sup>が多く、我々も成人対照群では肛門管の上・中・下部における正常値は 5mA までで、これまでの報告と同様であった。肛門管感覚は陰部神経知覚枝が関与し、特に歯状線直上付近の移行上皮からなる肛門管粘膜は、知覚神経の終末や器官が豊富にあり、同部位の感覚が最も鋭敏である<sup>29)</sup>。我々の対照群も、肛門管中部が最も鋭敏であり、次いで肛門管下部、上部の順であった。LAR 症例では、soiling 陽性群は上・中・下部において明らかに対照群より不良であったが、soiling 陰性群は対照群と差は認めなかった。そして、soiling 陽性群は、特に肛門管上・中部において soiling 陰性群より不良であった。すなわち、soiling 陽性例では、肛門管感覚閾値が全体的に不良で、特に肛門管上部、中部の順に感覚能の低下を認めた。

しかし、肛門管下部では閾値の上昇を認めたが soiling 陰性群との間には有意差は認めなかった。肛門管感覚が soiling 陽性群で肛門管上・中部、特に上部感覚の低下している理由として、(1)上部は骨盤神経支配も加わっている(陰部神経と骨盤神経知覚枝の二重支配)ことが報告<sup>30)31)</sup>されており、側方郭清に伴う骨盤神経損傷が陰部神経損傷に加わった。(2)肛門感覚は下部ほど知覚障害を来しにくい(陰部神経知覚枝は肛門管口側方向の終末ほど細くなり機械的損傷を受けやすく、回復が不可能である<sup>32)</sup>)。これらのことから、soiling 陽性群では、上・中部の肛門管感覚の低下を来したと思われた。なお、陰部神経は運動枝、知覚枝ともに歯状線口側 4cm までが主な支配領域である<sup>32)</sup>ことから、吻合部位がより歯状線に近い soiling 陽性群が陰性群に比べ陰部神経機能不良の結果が得られたと思われた。よって、手術操作を行う際には、肛門管上部への機械的損傷をなるべく来さないように注意をはらう必要がある。また、陰部神経は坐骨棘付近を走行するため、同方向への肛門管牽引などにも注意すべきである。

以上のことより、非神経温存による LAR 術後の soiling の原因は、肛門上部には、陰部神経運動枝支配である深外肛門括約筋が存在し、また同部は陰部神経知覚枝の終末も存在する<sup>30)~32)</sup>ことから、肛門管上部での陰部神経の運動枝、知覚枝がともに損傷されて生じている可能性が示唆された。しかしながら、LAR 術後の soiling は種々の原因で生じることが報告<sup>22)33)34)</sup>されており、今後直腸肛門内圧検査を加え、総合的に検討する必要があると考えている。さらに、陰部神経機能と soiling の関連を検討するには、術後経過時間、年齢、性差、術前の排便状態および陰部神経機能などから詳細な検討も必要と思われる。なお、Ho ら<sup>35)</sup>は LAR 術後症例を、65 歳以上と 65 歳未満に分けて直腸肛門内圧を行った結果、特に差は認めなかったとしている。しかし、加齢とともに直腸肛門生理機能は低下すると結論づける報告が多い<sup>33)34)36)</sup>。よって、対照症例が LAR 術後症例より平均 10 歳若い ( $p < 0.05$ ) ことから、両者の年齢を一致させて比較検討する必要があると考えている。

## 文 献

- 1) 今 充, 森田隆幸, 山中祐治ほか: 術後排便機能からみた手術術式の選択. 消外 13 : 307—314, 1990
- 2) 五十棲優, 富田涼一, 黒須康彦: 直腸癌前方切除後の排便機能—とくに電気生理学的検査を中心に—. 日本大腸肛門病学会誌 48 : 217—231, 1995
- 3) 角田明良, 洪沢三喜, 高田 学ほか: 残存直腸の長さからみた前方切除術後の排便機能. 日消外会誌 28 : 819—824, 1995
- 4) 黒水丈二: 下部直腸癌に対する肛門括約筋温存術式の術後肛門機能に関する研究. 日本大腸肛門病学会誌 42 : 10—20, 1989
- 5) 小松淳二, 大矢正俊, 石川 宏: 直腸癌に対する低位前方切除術後の排便機能障害に関与する臨床的・生理学的因子の検討. 日本大腸肛門病学会誌 49 : 273—287, 1996
- 6) 大矢正俊: 直腸肛門機能. 安富正幸, 武藤徹一郎, 馬場正三編. 大腸外科. 医学書院, 東京, 1999, p29—30
- 7) Swash M : Electrophysiological test in pelvic floor disorders. Edited by Read NW. Gastrointestinal motility : Which test ? Wrightson Biomedical Publishing Ltd, London, 1989, p257—268
- 8) Komatsu J, Oya M, Ishikawa H : Quantitative assessment of anal canal sensation in patients undergoing low anterior resection for rectal cancer. Surg Today 25 : 867—873, 1995
- 9) 寺本龍生, 鳥越義房, 高月 誠ほか: 大腸肛門機能障害. 消化器科 29 : 495—501, 1999
- 10) 小松淳二, 大矢正俊, 中村哲朗ほか: 大腸肛門機能検査法とその臨床的意義. 消化器科 29 : 502—509, 1999
- 11) 佐藤健次: 骨盤内自律神経の外科解剖学. 外科治療 71 : 387—394, 1994
- 12) Kiff ES, Swash M : Slowed conduction in the pudendal nerves in idiopathic (neurogenic) faecal incontinence. Br J Surg 71 : 614—616, 1984
- 13) Ho YH, Goh HS : The neurophysiological significance of perineal descent. Int J Colorectal Dis 10 : 107—111, 1995
- 14) Sangwann YP, Collier JA, Robert PL et al : Unilateral pudendal neuropathy. Dis Colon Rectum 39 : 249—251, 1996
- 15) 富田涼一, 池田太郎, 五十嵐誠悟ほか: 陰部神経伝導時間からみた75歳以上高齢者直腸脱の病態生理学的検討. 日外科系連会誌 25 : 727—731, 2000
- 16) Tomita R, Kurosu Y, Munakata K : Electrophysiological assessments in pudendal and sacral motor nerves after ileal J pouch-anal anastomosis for patients with ulcerative colitis and adenomatosis coli. Dis Colon Rectum 39 : 410—415, 1996
- 17) Jost WH, Schimirig K : A new method to determine pudendal nerve motor latency and central motor conduction time to the external anal sphincter. Electroencephalogr Clin Neurophysiol 93 : 237—239, 1994
- 18) Sangwan YP, Collier JA, Barrett RC et al : Distal rectoanal excitatory reflex : a reliable index of pudendal neuropathy. Dis Colon Rectum 38 : 916—920, 1997
- 19) 富田涼一, 福澤正洋, 池田太郎ほか: 陰部神経伝導時間からみた小児期J型回腸肛門吻合術後soilingの検討. 日消外会誌 34 : 465—469, 2001
- 20) Morren GL, Walker S, Lindehammar H et al : Evaluation of sacroanal motor pathway by magnetic and electric stimulation in patients with fecal incontinence. Dis Colon Rectum 44 : 167—172, 2001
- 21) Sato T, Konishi F, Kanazawa K : Variations in motor evoked potential latencies in the anal sphincter system with sacral magnetic stimulation. Dis Colon Rectum 43 : 966—970, 2000
- 22) Pelliccioni G, Scarpino O, Piloni V : Motor evoked potential recorded from external anal sphincter by cortical and lumbo-sacral magnetic stimulation : normative data. J Neurol Sci 149 : 69—72, 1997
- 23) Snooks SJ, Barnes PR, Swash M et al : Damage to the innervation of the pelvic floor musculature in chronic constipation. Gastroenterology 89 : 977—981, 1985
- 24) Maccabee PJ, Lipitz ME, Desudchit T : A new method using neuromagnetic stimulation to measure conduction time within the cauda equina. Electroencephalogr Clin Neurophysiol 101 : 153—166, 1996
- 25) Miller R, Bartolo DCC, Roe AM et al : Anal sensation and the continence mechanism. Dis Colon Rectum 42 : 655—660, 1999
- 26) 富田涼一, 池田太郎, 五十嵐誠悟ほか: 75歳以上高齢者直腸脱の肛門管粘膜電流感覚閾値の検討. 臨外 55 : 1189—1192, 2000
- 27) Roe AM, Bartolo DCC, Mortensen NJMcC : New method for assessment of anal sensation in various anorectal disorders. Br J Surg 73 : 310—312, 1986
- 28) Speakmann CTM, Kamm MA, Swash M : Rectal sensory evoked potentials : an assessment of their clinical value. Int J Colorectal Dis 8 : 23—28, 1993
- 29) Duthie HL, Bennett RC : The relation of sensation in the anal canal to the functional anal sphincter : a possible factor in anal continence. Gut 4 : 179—182, 1963
- 30) Ho YH, Goh HS : Unilateral anal electrosensation. Dis Colon Rectum 38 : 239—244, 1995
- 31) Keighley MRB, Winslet MC, Yosioka K et al : Discrimination is not impaired by excision of the

- anal tradition zone after restoperative proctocolectomy. *Br J Surg* **74** : 1118—1121, 1987
- 32) Gee AS, Mills A, Durdey P : What is the relationship between perineal descent and anal mucosal electrosensitivity? *Dis Colon Rectum* **38** : 419—423, 1995
- 33) Enk P, Kuhlbusch R, Lubke H et al : Age and sex and anorectal manometry incontinence. *Dis Colon Rectum* **32** : 1026—1030, 1989
- 34) Graf W, Ekstrom K, Glimelius B et al : A pilot study of factors influencing bowel function after colorectal function. *Dis Colon Rectum* **39** : 744—749, 1996
- 35) Ho P, Law WL, Chan SC et al : Function outcome following low anterior resection with total mesorectal excision in the elderly. *Int J Colorectal Dis* **18** : 230—233, 2003
- 36) Tariq SH, Morley JE, Prather CM : Fecal incontinence in the elderly patient. *Am J Med* **115** : 217—227, 2003

### Physiological Studies on the Pudendal Nerve Function in Patients after Low Anterior Resection for Rectal Cancer

Seigo Igarashi, Ryouichi Tomita and Masahiro Fukuzawa\*

First Department of Surgery, Nihon University School of Medicine

Department of Pediatric Surgery, Osaka University, Graduate School of Medicine\*

**Aim** : To clarify the significance of the roles of the pudendal motor and sensory nerves contribute to involuntary defecation (soiling) in patients following low anterior resection (LAR) for rectal cancer, we studied the motor latency and sensory function of the pudendal nerves. **Materials** : Subjects were 28 patients 19 men and 9 women aged 47 to 77 years (mean : 65.4 years) divided into groups A [n = 14 ; LAR with soiling] and B [n = 15 ; LAR without soiling], compared to group C [n = 29 ; control subjects, 19 men and 10 women aged 40 to 66 years (mean : age of 56.5 years)]. **Methods** : 1) Pudendal nerve motor latency was studied by stimulation of nerve roots S2-4 by magnetic stimulation (SMS) to determine the time interval between magnetic stimulation and the first muscle contraction of the external anal sphincter. The pudendal nerve terminal motor latency of the right, left, and posterior side of the anal canal were determined. 2) Anal mucosal electric sensitivity was measured using an anal mucosal electric sensitivity test (AMES) ; The anal canal length was divided into 3 zones : lower [portion below 1cm from the dentate line (DL)], middle (DL), and upper zone of the anal canal (portion above 1cm from the DL). A small electric current from a constant current generator was passed between the electrodes until the patient felt a sensation often described as tingling or pulsing. **Results** : 1) SMS : The conduction delay in group A was significantly longer than in groups B (p<0.01) and C (p<0.01). The conduction delay in group B was significantly longer than that in group C (p<0.01). The conduction delay of SMS in patients with soiling was the longest. 2) AMES : In group C, recording at the middle zone showed the best results. Patients in group A showed the worst results in anal mucosal sensation. Sensation in group A was significantly duller than in group B at the upper (p<0.05) and middle (p<0.05) zones. **Conclusion** : These findings suggest that involuntary defecation (soiling) after LAR may be due to the damage to both the pudendal motor nerve and sensory nerve.

**Key words** : soiling, pudendal nerve terminal motor latency by sacral magnetic stimulation, anal mucosal sensory test, anterior resection, rectal cancer

[*Jpn J Gastroenterol Surg* **38** : 1667—1674, 2005]

**Reprint requests** : Seigo Igarashi First Department of Surgery, Nihon University School of Medicine  
30-1 Oyaguchi Kamimachi, Itabashi-ku, 173-0032 JAPAN

**Accepted** : April 27, 2005