

# 直腸より腰椎，仙骨に向かうリンパ流について

東京慈恵会医科大学解剖学講座第1

中 尾 誠 利

(受付 平成13年10月6日)

## FLOW OF LYMPH FROM THE RECTUM TO THE LUMBAR VERTEBRAE AND SACRUM

Masatoshi NAKAO

*Department of Anatomy (I), The Jikei University School of Medicine*

**Purpose:** The purpose of this study was to study the flow of lymph from the rectum to the lumbar vertebrae and sacrum, a pathway suggested by clinical studies.

**Materials and Methods:** Indian ink containing 3% gelatin was injected under a stereoscopic microscope into the submucosal tissues of the rectum of 22 fetuses (12 to 20 weeks' gestation, 18 males and 4 females, previously warmed to 37°C). The injection site was the left wall near the rectum, which is defined as "Rb" in the General Rules for Clinical and Pathological Studies on Cancer of the Colon, Rectum and Anus in Japan. To distinguish lymphatic channels from arteries and veins, a red Liquitex dye solution (dissolved in alcohol containing corn starch) was injected into the umbilical vein. The bodies were fixed in 50% alcohol and 10% formalin. The lymph pathways were studied under a stereoscopic microscope.

**Results and Discussion:** In all 22 cases, a lymph pathway was observed from the lower part of the rectum to the lumbar and sacral plexus through the paraproctium. This lymph pathway is not described in the General Rules for Clinical and Pathological Studies on Cancer of the Colon, Rectum and Anus in Japan but might be re-formed in adults under certain circumstances, such as cancer in the rectal area.

(Tokyo Jikeikai Medical Journal 2002; 117: 1-8)

**Key words:** lymph pathway, rectum, lumbar plexus, sacral plexus

### I. 緒 言

大腸癌の進展経路としてはリンパ行性転移，血行性転移，局所浸潤，腹膜播種などが知られている。なかでもリンパ節転移・リンパ節腫脹を伴うリンパ行性の経路は，しばしば臨床領域において見いだされる経路である<sup>1)</sup>。我が国においては，基礎領域，臨床領域ともに大腸癌取り扱い規約<sup>2)</sup>に基づいてリンパ節転移の検討がなされているが，取り扱い規約上の第1群から順次第4群までの順序を踏まない転移形式，いわゆる跳躍転移の存在が知られている<sup>1,3)</sup>。それは現在までの知見に於いて

未だ明らかになっていない経路を通じて転移している可能性を示唆するものと考えられている<sup>3)</sup>。直腸からのリンパ流としては，動脈の走行に沿う流路と，肛門管部より浅層を通り単径リンパ節方向へ向かう流路が知られている<sup>4)5)</sup>。臨床的には直腸癌の骨盤神経叢付近への転移，浸潤の症例の存在より直腸から骨盤神経叢へのリンパ流の存在も報告されている<sup>6)</sup>。

そこで，今回神経系とリンパ流の関係について検討し，特に直腸より腰神経叢，仙骨神経叢に沿い，腰椎，仙骨方向に向かうリンパ流をヒト胎児において認めたので報告する。

## II. 材料および方法

### 1. 材料

ヒト胎児 22 胎 (週数 12-20 週, 男児 18 胎・女児 4 胎) を対象とした (Table 1). 胎児遺体を使用するに当たり, 当大学の倫理委員会に承認を得た上, 日本産科婦人科学会会告<sup>7)</sup>「死亡した胎児・新生児の臓器等を研究に用いることの是非や許容範囲についての見解」に則って研究を行った. 22 胎のうち, 21 胎は献体された後, 冷凍などの処置をせずに献体日より 2 日以内に研究を開始した (Table 1, sample 2-22). 1 胎は献体された後に冷凍し, 凍結保存されていたものを徐々に解凍し研究材料とした (Table 1, sample 1).

### 2. 方法

管腔描出法として, リンパ管には 3% ゼラチン添加墨汁 (Indian ink) 穿刺注入法を, また血管を対比するため血管にはでんぶん添加朱色素溶解液注入法を使用した.

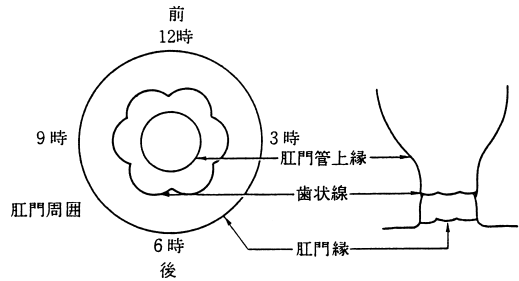


Fig. 1. This figure is a quotation from reference 9).

3% ゼラチン添加墨汁 (Indian ink) 穿刺注入法は, 古くより我が国でリンパ管描出法として広く用いられている手法である. 本研究では加温により流動性を持ち, 常温では固化するため, リンパ管の位置ならびにリンパ管内を流れるリンパ流を表現する手法として採用した. この手法で描出される管がリンパ管であることは組織学的にも確立している<sup>8)</sup>.

血管内に注入した手法は, でんぶんが色素粒子を吸着し, 加水により糊化する管腔鑄型剤として血管内における位置が固定されるため採用した. 使用したでんぶんはコーンスターチ, 色素は朱色リキテックスである.

胎児に行った具体的方法は, 以下の通りである.

先述した 3% ゼラチン添加墨汁 (Indian ink) を約 37°C に加温しつつ超音波水浴を 1 時間行った. 別に胎児遺体を徐々に加温し約 37°C の状態にした. 加温された胎児遺体をコルク板上に固定し, 外科的記載法<sup>9)</sup>に基づき, 実体顕微鏡下 (KONAN Operation microscope K-250 以下同じ) に, 3 時の方向 (Fig. 1) で, かつ大腸癌取り扱い規約<sup>2)</sup>における下部直腸 (Rb) (Fig. 2) の粘膜下組織層を目指して, 27 G 注射針をつけた 1 cc ピストンにて, 37°C 加温墨汁 0.5 cc を注入した. 注入後生体における筋ポンプを想定し, 外陰部及び殿部をよくマッサージした. ついで, 動・静脈とリンパ流を区別するため臍静脈よりコーンスターチ添加朱色リキテックス色素 (アルコール溶解液) を 10-20 cc 注入した. その後, 消毒のため次亜塩素酸水溶液中に胎児遺体を液浸後, 50% アルコールで固定し, 剖検経過中は 10% ホルマリンにて固定, 保管した. 固定後胎児遺体を水洗し, 実体顕微鏡下にて解剖, 剖出を行い, 記録, 写真撮影を行った.

Table 1. Materials

sample no.	sex	gestation (weeks)	weight (g)	note
1	M	19	420	frozen
2	M	15	80	fresh
3	M	14	70	"
4	M	16	95	"
5	M	12	20	"
6	M	12	10	"
7	M	15	70	"
8	F	16	80	"
9	M	20	240	"
10	F	16	90	"
11	M	19	190	"
12	M	18	180	"
13	M	13	20	"
14	M	17	140	"
15	M	13	60	"
16	F	13	30	"
17	M	12	10	"
18	F	20	315	"
19	M	16	105	"
20	M	13	25	"
21	M	16	105	"
22	M	15	70	"

M: male F: female

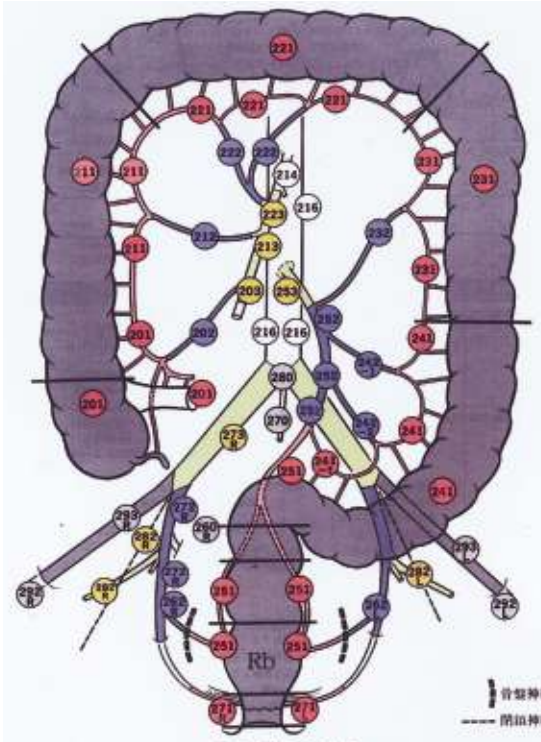


Fig. 2. This figure is a quotation from reference 2). That is changed in part.

Table 2 Sites where lymph pathways reached

sample no.	paraproctium	plexus	intervertebral foramen	
			direction	near site
1	+	+(L)	+	+
2	+	+(S)	+	+
3	+	+(L)	+	-
4	+	+(L)	+	-
5	+	+(L)	+	-
6	+	+(L)	+	-
7	+	+(LS)	+	-
8	+	+(LS)	+	+
9	+	+(LS)	+	-
10	+	+(L)	+	-
11	+	+(L)	+	-
12	+	+(L)	+	-
13	+	+(LS)	+	+
14	+	+(L)	+	-
15	+	+(L)	+	-
16	+	+(L)	+	-
17	+	+(LS)	+	+
18	+	+(L)	+	-
19	+	+(LS)	+	-
20	+	+(L)	+	-
21	+	+(L)	+	-
22	+	+(L)	+	-

L: Lumbar plexus S: Sacral plexus

III. 結 果

下部直腸 (Rb) 付近より起こるリンパ流は，穿刺注入された墨汁の到達部位まで可視化されている。Table 2 は，リンパ流が染め出された部位を示している。22 胎全例で注入部位より発したリンパ流が直腸傍組織を経て腰神経叢あるいは仙骨神経叢に到達していた。そのうち腰神経叢へ到達したものは 22 胎中 21 胎 (95.5%)，仙骨神経叢へ到達したものは 22 胎中 7 胎 (31.8%) であった。これら 22 胎全てが腰椎・仙椎の椎間孔方向に進んでいたが，確実に椎間孔付近にまで到達したものは 22 胎中 5 胎 (22.7%) であった。椎間孔付近に達した 5 胎のうち 3 胎の所見について詳述する。即ち，腰神経叢および仙骨神経叢に到達した Sample 8，腰神経叢に到達した Sample 1，腰神経叢および仙骨神経叢に到達し，一部が対側の腰神経叢に到達した Sample 13 についてである。

Sample 8 (胎児遺体番号 (以下 F) 1308) について述べる。Fig. 3 は実体顕微鏡下での実写，Fig.

4 はその模式図である。下部直腸 (Rb) に注入した墨は直腸より直腸傍組織を出て直腸傍リンパ節 # 251 に至る。直腸傍リンパ節 # 251 より腹膜後隙を上方へ 3 条分布する (Fig. 4, a)。上方に至る 3 条は坐骨神経に伴行し，途中より分かれ閉鎖リンパ節 # 282 に至る。閉鎖リンパ節 # 282 より上方に一条 (Fig. 4, b)，左側方へ一条 (Fig. 4, c)，墨が流出している。前者の上方に進んだ一条は，第 1 仙骨神経 (S1) の椎間孔付近に至る分枝二条 (Fig. 4, d) と，第 5 腰神経 (L5) の椎間孔付近に至る分枝一条 (Fig. 4, e) を分けた後，側後方へ進み閉鎖神経の内側に至っていた。その後，閉鎖神経の内側に沿って上行し，やがて神経の後ろをまわり，第 3 腰神経 (L3) の背側を通り上方に行く分枝を分けた (Fig. 4, \*1) 後，第 4 腰神経 (L4) の内側に沿い，神経の後方にまわりこんだ後，外側縁に沿って椎間孔付近に至っていた。後者の左側方に進んだ流れ (Fig. 4, c) は大腿神経の傍で二条に分かれ



Fig. 3

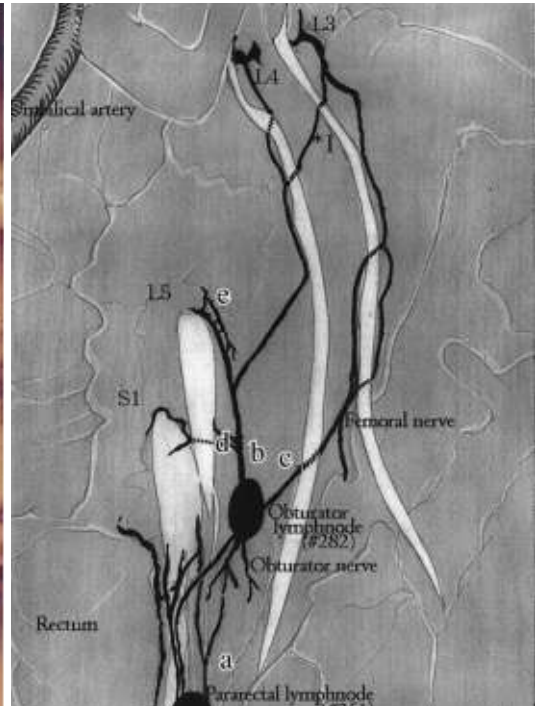


Fig. 4

Fig. 3, 4. Indian Ink flowed from the rectum through pararectal tissues and reached the pararectal lymph node # 251. From the lymph node # 251, three streams of Indian ink going upward in the retroperitoneal cavity were noticed. These three streams ran along the ischial nerve (Fig. 4, a) and two of them went to the obturator lymph node # 282. From this lymph node, one of Indian ink streams went upward (Fig. 4, b) and another stream went to the left-lateral side (Fig. 4, c). (1) The former stream that went upward made a branch: two of branched streams reached near the S1 intervertebral foramen (Fig. 4, d) and another reached near the L5 intervertebral foramen (Fig. 4, e), and the rest then went posterior-lateral and reached the inside of the obturator nerve. Next this stream went upward along the obturator nerve and made a branch (Fig. 4, \*1) that lead to the third lumbar nerve (L3), and further it ran along the outside of the fourth lumbar nerve (L4) and reached the L4 intervertebral foramen area. (2) The latter stream that ran to the left-lateral side (Fig. 4, c) branched into two streams by the femoral nerve and went upward along the femoral nerve and then fused again into one stream. This stream further fused with \*1 branch on its way and reached around the L3 intervertebral foramen. The vascular system had been removed from this case during observation.

大腿神経の深層を神経に沿って上行した後、再び一条になり、途中で (Fig. 4, \*1) と合流し第3腰椎神経 (L3) の椎間孔付近に至っていた。なお、当 Figures では血管系は除いてある。

Sample 1 (F1199) について述べる。Fig. 5 は実体顕微鏡下での実写、Fig. 6 はその模式図である。下部直腸 (Rb) に注入した墨が骨盤腔内の腹膜後隙を流れ (Fig. 6, a) 第4腰椎神経近傍に至る。そこから第4腰椎神経と左腸骨の間的一条の流れ (Fig. 6, b) と、腰椎と第4腰椎神経との間的一条の流れ

(Fig. 6, c)、計二条のリンパ流となり上行し、途中で再び合流の後、椎間孔方向に至る (Fig. 6, d)。なお、当 Figures では、第3腰椎神経を中途にて切断し翻転してある。

Sample 13 (F1313) について述べる。Fig. 7 は実体顕微鏡下での実写、Fig. 8 はその模式図である。下部直腸 (Rb) より注入した墨は、直腸より直腸傍組織を経て腹膜後隙へ至り、仙椎前面を通過し、主流は左坐骨神経の前面にて2条に分かれていた (Fig. 8, a)。一条は第1仙骨神経 (S1) の



Fig. 5

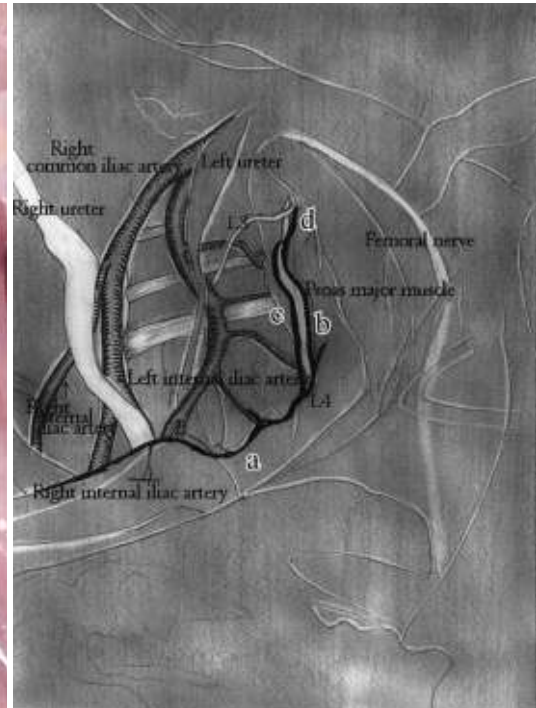


Fig. 6

Fig. 5, 6. We noticed the presence of one stream of Indian ink going to the fourth lumbar nerve (L4) in the retroperitoneal cavity (Fig. 6, a). From there, one of Indian ink streams went between the fourth lumbar nerve and the left ileum (Fig. 6, b), and another stream went between the lumbar vertebrae and the fourth lumbar nerve (Fig. 6, c). These two streams went upward and fused. This stream further reached near the L4 intervertebral foramen (Fig. 6, d). In this case, the third lumbar nerve was cut off and turned over.

椎間孔付近に至っていた (Fig. 8, b). 残る一条は途中で二条に分かれ第5腰椎神経椎間孔付近に至っていた (Fig. 8, c). この椎間孔付近ではリンパ管網と思われる墨の集塊をみとめた (Fig. 8, d). 第5腰椎神経椎間孔付近に至ったリンパ流からは、さらに左側の第4腰椎神経、第3腰椎神経椎間孔方向へ向かう一条が分枝していた (Fig. 8, e). また、これらのリンパ流からの副流として、仙椎前面を横切り右方向へ進み右第5腰椎の右傍に一条至っていた (Fig. 8, f). なお、当 Figures は血管系のうち臍動脈本幹以外は除いてある。

#### IV. 考 察

本研究より下部直腸 (Rb) 付近より起こるリンパ流の一流路として直腸傍組織を経て腹膜後隙に至り、腰神経叢、仙骨神経叢を経て椎間孔方向に進む経路も存在することが示唆される結果となっ

た。

直腸周辺のリンパ流の系統的研究については1895年 D. Gerota<sup>10)</sup>が動脈を中心に整理したものが始めとされている<sup>4)10)</sup>。その後、Poirierらの先人達の研究を経て今日の直腸リンパ流の考え方が成立してきたという<sup>4)</sup>。特に我が国においては仙波の直腸リンパ流についての検討<sup>11)</sup>が大きい影響力を持っている<sup>4)5)</sup>。仙波はGerota液を改良し、ベルリン青等の色素を直腸、肛門管の色々な部位に注入し、その結果から下腸間膜動脈、中直腸動脈等に沿うリンパの流れを記載している<sup>11)</sup>。実際に高橋らは臨床データより仙波の説が臨床によく一致することを記載している<sup>4)</sup>。そして上記のような所見を基に大腸癌取り扱い規約<sup>2)</sup>も動脈を中心に取り決めてある。大腸癌における外科的切除上の至適リンパ節郭清も、それをもとに検討されている<sup>12)</sup>。すなわち大腸癌取り扱い規約は、臨床上



Fig. 7

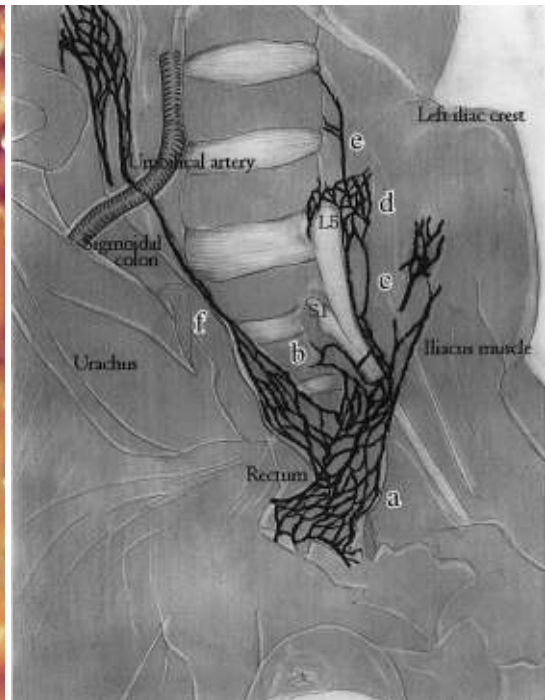


Fig. 8

Fig. 7, 8. Indian ink flowed from the rectum to the retroperitoneal cavity through pararectal tissues and passed in front of the sacrum. The main stream branched into two in front of the left ischial nerve (Fig. 8, a) : one stream reached the S1 intervertebral foramen area (Fig. 8, b) and the other further branched into two streams and reached near the L5 intervertebral foramen (Fig. 8, c). Near this foramen, a mass of Indian ink possibly formed due to a lymphatic plexus was noticed. (Fig. 8, d) The lymph stream that reached around the L5 intervertebral foramen had a branch that went toward the fourth lumbar nerve and the L3 intervertebral foramen (Fig. 8, e). In addition, a side-stream ran to the right in front of the sacrum and reached the right side of the fifth lumbar vertebra (Fig. 8, f). In this case, the vascular system except the main trunk of the umbilical artery had been removed during observation.

の利便性から動脈に沿うリンパ流を想定し、各リンパ節群を経由すると仮定して規定されたものである。その規定では、直腸からのリンパ流は、上直腸動脈に沿う一連のリンパ節群 (# 251, # 252, # 253, # 216), ならびに中直腸動脈からの一連のリンパ節群 (# 251, # 262, # 272, # 273, # 280, # 216)が転移経路として規定されている (Fig. 2)。しかし例数としては少数であるが取り扱い規約に則らない所見もしばしば観察される<sup>13)</sup>。これが临床上、跳躍転移として群を乗り越えてのリンパ節転移、あるいは想定外の異所性転移である。跳躍転移は、ある群からの輸出リンパ管がすべて次の群の輸入リンパ管とならずに一部は群の脇をすり抜け、さらに先の群に到達したのとも考えられ

る。また、異所性転移は血管に沿わない別のリンパ流路が存在し、この流路を通じて通常とは別の群に到達したのとも考えられる。実際、山田らは直腸肛門癌の転移の検討より、大腸癌取り扱い規約に記載されていない未知のリンパ流を示唆している<sup>1)</sup>。河原らはS状結腸癌、直腸癌の大動脈周囲リンパ節への転移の状況から神経網と癌転移の関与、未知のリンパ流等を示唆している<sup>3)</sup>。岸本はヒト胎児を材料にS状結腸に色素注入等を行った結果より大腸癌取り扱い規約とは異なるリンパ流の存在を示唆している<sup>13)</sup>。

本研究の結果においても、大腸癌取り扱い規約<sup>2)</sup>に記載されていない新たな経路を示唆することになった。本学病理学教室の剖検結果報告の

データ (1971-1995) と対比を試みた。直腸癌を死因とした剖検例のうち，本研究で示唆した流路を経て直腸癌が腰椎・仙骨の椎間孔付近に転移したと思われる件数は12例中2例 (16.7%) あり，少数例ではあるが存在が示唆される結果となった。

仙波の論文の付図<sup>11)</sup>を見ると血管系に沿うリンパ流の他に，神経に沿った流路も記入されており，仙波も論文中<sup>11)</sup>には言及していないが存在を示唆していたと考えられる。河原らは血管に沿うリンパ流だけでなく神経網に関係を持つリンパ流等の存在を示唆している<sup>3)</sup>が本研究の結果もそれを支持するものと考えられる。

Miuraらはニホンザルに5-nucleotidase alkaline phosphataseを胸椎近傍に注入し，椎間孔から末梢に向かうリンパ管の存在を示唆している<sup>14)</sup>。本研究における経路はその逆方向となるが，Miuraらの方法はリンパ管にuptakeされた薬品を組織化学的に可視化したもので，薬液が取り込まれた領域のリンパ管を示すものであり，刺入部から巡行性にリンパ流路としてのリンパ管腔を描出する本研究の結果と矛盾しないと考えられる。

以前より，臨床領域において行われていたリンパ造影において，癌がリンパ節に転移している場合，輸入リンパ管は造影されるものの，癌が転移したリンパ節は欠損像になり，周囲に通常みられない流れが観察されていた<sup>15)</sup>。本研究においても，ゼラチンが鑄型の役割をするのみならず，管腔内の固化により癌と同様にリンパ流をせき止める働きをしていたと考えられる。癌におけるリンパ造影を再現しているとも考えられる。そのことより，本研究において見いだされた経路が，癌のリンパ造影において観察された通常みられない流れの一つであると考えられる。また，その原因の一つとして，成人においては通常では主流ではないため閉鎖しているリンパ流が再開通したことによると考えられる。なぜなら，ヒトのリンパ系は9週頃までに成人のリンパ系の原型が形成され，その後充実完成していくという<sup>16)</sup>。本研究においては12-20週の胎児を材料としており，岸本の報告<sup>13)</sup>と同様，リンパ系の原型は既に出て上がっているものと考えられる。よって，通常成人において閉鎖しているリンパ流が癌などの正常のリンパ流を障害する状況下においては，再開通して通常観察

されないリンパ流が生じると考えられるからである。また，再開通することにより通常のリンパ流とは別の副流としてのリンパ流が生じることからリンパ流のバイパス的に働くことより臨床でみられる跳躍転移の原因になりうると考えられる。

本研究においては，リンパ管内を流れるリンパ流を視覚的に表現するために，加温で流動性を持ち，常温では流動性の少ないゼラチン添加墨汁を鑄型として注入した。墨汁自体は1900年代よりリンパ流を染め出すのに使用されており<sup>8)</sup>，本研究において描出された流れもリンパ流として問題ないと考えられる。

注入量を一定にしたことによる問題もあるが，予備実験において種々の注入量で試してみたところ0.5 mlの注入量が一番観察しやすかった為であり，現時点では最良と考えた。ただし，結果 (Table 2) において墨が椎間孔方向には高率で向かったにもかかわらず，椎間孔付近には達しなかった例が見られたのは注入量の問題もあると考えられるので今後の改善点としたいと考える。

また，今回の実験では献体数の関係より，まず片側 (3時) のみ調査を行ったが，今後はもう一方の片側である9時方向についても検討が必要と考える。

## V. 結 語

ヒト胎児を材料としゼラチン添加墨汁穿刺注入法を用いて下部直腸 (Rb) 付近を発するリンパ流について検討した。下部直腸付近より直腸傍組織，腹膜後隙を経て腰椎・仙骨の椎間孔方向に至るリンパ流を見いだした。この経路は大腸癌取り扱い規約<sup>2)</sup>には記載がないがヒト胎児に存在することが示唆され，病理解剖剖検所見からも成人においてもある環境下 (癌などの疾患) において再開通することが示唆される。

御指導，御校閲をいただいた山下 廣教授，いろいろと研究面でご支援いただいた加藤 征教授に心より感謝申し上げます。また直接ご指導いただいた早川敏之助教授，國府田稔講師に心より感謝申し上げます。また，東京慈恵会医科大学解剖学講座第1の皆様に心より感謝申し上げます。さらに，病理解剖剖検所見のデータを提供して下さった東京慈恵会医科大学病院病理部，病理学講座に深く感謝申し上げます。

なお，この論文の要旨は第105回日本解剖学会全国

学術集会（横浜市）及び第24回日本リンパ学会総会（東京都）にて発表した。

### 文 献

- 1) 山田一隆, 石沢 隆, 春山勝郎, 四本紘一, 平島忠久, 藤原 章 ほか. 直腸肛門癌におけるリンパ節跳躍転移の検討. 日消外会誌1987; 20: 2186-90.
- 2) 大腸癌研究会 編. 大腸癌取り扱い規約第6版. 東京: 金原出版; 1998.
- 3) 河原秀次郎, 平井勝也, 青木照明, 足利 建, 小野雅史, 鈴木俊雅. 大動脈周囲リンパ節に跳躍転移を認めたS状結腸・直腸癌症例の検討. 外科診療1996; 38; 1421-24.
- 4) 高橋 孝, 梶谷 銀. 直腸癌における側方向リンパ流への転移とその郭清の意義について. 日本大腸肛門病会誌1978; 31: 207-19.
- 5) 安永 昭, 加藤征治. 器官固有リンパ管の微細構造と分布—大腸. 大谷 修 ほか編. リンパ管—形態・機能・発生. 新潟: 西村書店; 1997. p. 98-101.
- 6) 山越秀紀. 直腸癌における骨盤神経叢の解剖学的位置関係と自律神経周囲組織への転移に関する検討. 横浜医学1995; 46: 9-15.
- 7) 日本産科婦人科学会. 死亡した胎児・新生児の臓器等を研究に用いることの是非や許容範囲についての見解. 日産婦会誌1999; 51: 24.
- 8) 忽那将愛. 日本人のリンパ系解剖学. 東京: 金原出版; 1968. p. 10-12.
- 9) 武藤徹一郎. 大腸肛門疾患の診療. 東京: 中外医学社; 1994. p. 2-4.
- 10) Gerota D. Die Lymphgefasse des Rectums und des Anus. Arch Anat Physiol 1895; 240-55.
- 11) 仙波嘉清. 直腸淋巴管系統ニ関スル解剖学的研究. 福岡医科大学誌1927; 20: 1213-68.
- 12) 貞廣荘太郎, 石川健二, 鈴木俊之, 向山小百合, 田中洋一, 安田聖栄 ほか. 大腸癌における至適リンパ節郭清. 日外会誌2001; 102: 497-500.
- 13) 岸本幸次. ヒト胎児におけるS状結腸リンパ流の検討. 慈恵医大誌1997; 112: 239-53.
- 14) Miura M, Kato S, Ludinghausen M. lymphatic drainage of the cerebrospinal fluid from monkey spinal meninges with special reference to the distribution of the epidural lymphatics. Arch Histol Cytol 1998; 61; 277-86.
- 15) 立入 弘, 重松 康. 放射線医学入門. 東京: 南山堂; 1978. p. 395-9.
- 16) Pansky B. Development of the lymphatic system. Review of Medical Embryology, New York: Macmillan Publishing; 1982. p. 332-5.