

^{99m}Tc in vivo 標識赤血球による消化管出血の検出について

倉敷中央病院外科

嶋田 裕 武田 克彦 片山 哲夫 門田 一宣
平野 鉄也 河野 幸裕 小笠原敬三 場田 浩二
鈴岡 正博 大林 瑞夫 高三 秀成
同 核医学
河原 泰人 中田 和明 山本 修三 黒瀬 孟司

DETECTION OF GASTROINTESTINAL BLEEDING USING ^{99m}Tc -TECHNETIUM IN VIVO LABELED RED BLOOD CELLS

Yutaka SHIMADA, Katsuhiko TAKEDA, Tetsuo KATAYAMA,
Kazunobu MONDEN, Tetsuya HIRANO, Yukihiko KONO,
Keizoh OGASAHARA, Kohji BADA, Masahiro SUZUOKA,
Mizuo OHBAYASHI and Hidenari TAKASAN
Department of Surgery, Kurashiki Central Hospital
Yasuji KAWAHARA, Kazuaki NAKATA, Shuzoh YAMAMOTO
and Takeshi KUROSE

Department of Nuclear Medicine, Kurashiki Central Hospital

われわれは消化管出血に対する侵襲の少ない診断法として ^{99m}Tc in vivo 標識赤血球を使用したシンチグラフィを応用し、イメージングによる直接検出を試み良好な結果を得た。1982年8月より1984年2月までの消化管出血を疑われた36症例(37回)およびコントロール群10例にシンチグラフィを施行し、消化管出血群の中で18例に陽性所見を得た。手術にて出血を確認したのはこのうち9例であった。シンチグラフィによる検出時間は10分から20時間までの幅を認めたが、半数の症例で2時間以内に検出された。Delayed scan で便潜血(++)陽性以上の比較的少量出血で陽性所見が得られ、24時間で臨床的に200ml程度の出血があれば確実に検出可能であった。

索引用語: 消化管出血診断法, ^{99m}Tc in vivo 標識赤血球, シンチグラフィ

緒 言

消化管出血の診断法としては消化管透視、消化管内視鏡、選択的腹部血管造影などがあるが、出血巣の部位や出血量などによりその診断が困難であることがある。消化管透視では病巣の描出はできても出血の有無は不明である。内視鏡では食道より十二指腸までは有効であるが、小腸や大腸については困難である場合が多い。選択的腹部血管造影も出血が少量であったり検査時に出血がなければ診断困難で、また状態の悪い患

者では施行し得ない場合もある。われわれはこのような症例に対して、 ^{99m}Tc in vivo 標識赤血球によるシンチグラフィを利用し、消化管出血をイメージングにて直接検出することを試みたので報告する。

対 象

1982年8月より1984年2月までの消化管出血を疑われた36症例(37回, 10カ月~84歳), および同時期にも心ブール検査を行った消化管出血を認めないコントロール10例に、 ^{99m}Tc in vivo 標識赤血球によるシンチグラフィを施行した。消化管出血群では初期の8例は2時間までのscanを、後期の29例(初期の1例の再施行を含む)は24時間までのdelayed scanを施行し、

表1 半数の症例で RI 注入後 2 時間以内に検出された。

No.	症例	主訴	RI 注入後 経過時間	RI 陽性部位	診断	確認手段
1.	S.M. 18♂	下血	10分	上部空腸	胃十二指腸動脈破裂	手術
2.	K.F. 49♂	下血	10分	回腸	回腸静脈瘤	血管造影、手術
3.	H.M. 77♀	下血	10分	横行結腸	結腸潰瘍	手術
4.	K.O. 59♂	下血	20分	上部空腸	空腸潰瘍	内視鏡、手術
5.	M.M. 50♂	下血	30分	空腸、回腸	回腸潰瘍	手術
6.	K.O. 74♂	下血	30分	直腸	直腸潰瘍	ロマノスコピー下結紮
7.	S.G. 75♂	下血	40分	S 状結腸	S 状結腸憩室	注腸透視
8.	C.N. 54♀	黒色便	2時間	空腸	空腸平滑筋腫	手術
9.	K.H. 77♂	黒色便	2時間	十二指腸~上部空腸	胃潰瘍	内視鏡
10.	H.N. 62♂	黒色便	4時間	十二指腸~上部空腸	胃潰瘍	内視鏡
11.	H.O. 65♀	黒色便	4時間	空腸	空腸出血性腸炎	剖検
12.	T.S. 66♀	黒色便	4時間	回腸	回腸悪性神経鞘腫	小腸透視、血管造影、手術
13.	A.K. 62♂	黒色便	6時間	回盲部	盲腸腫瘍	内視鏡、手術
14.	S.Y. 52♀	便潜血陽性	8時間	十二指腸	出血性胃炎	内視鏡
15.	S.D. 68♀	便潜血陽性	8時間	空腸	出血性胃炎	内視鏡
16.	T.S. 18♂	黒色便	15時間	回腸	メッケル憩室疑	自然止血
17.	T.S. 39♂	黒色便	16時間	回盲部	不明	自然止血
18.	M.S. 54♀	便潜血陽性	20時間	上行結腸	上行結腸癌	注腸透視、手術

し、コントロール群では全例24時間までの delayed scan を施行した。

方 法

シンチグラフィは塩化第1錫を加えたピロリン酸 (Sn-PYP) を体重換算にて0.2~0.4mg/kg 静注し、15~30分後に核種として^{99m}TcO₄⁻を300~400μci/kg 静注する方法をとった。大部分の症例はシンチカメラは島津 LFOV、コンピューターは SCINTIPAC 1,200 を使用したが、1984年2月以降の症例はシンチカメラはシーメンス ZLC-3700 コンピューターは SCINTIPAC 2,400を使用した。0~5時間までは1,000K カウントで1~5分、ついで5~12時間の間は500K カウント、以後24時間までは輝度を上げて200 K カウント10分の撮像時間で行った。

結 果

表1のごとく36症例中18例に陽性所見を得た。シンチグラフィによる検出時間は10分から20時間までの幅を認めたが、2時間以内に陽性所見を得られた9例と、2時間以上24時間の delayed phase に陽性所見を得た9例に分類できた。2時間までの scan を行った8例では4例陰性であったが、このうちの1例は後日24時間の delayed scan にて陽性所見を得た。このため初期を除いて2時間までの scan で陽性所見を得られないものは、24時間までの delayed scan を施行した。検出

に要した出血量は delayed scan で便潜血(+)陽性以上の比較的少量出血で陽性所見が得られたが、臨床的に24時間で200ml(1時間8ml)程度 of 出血があれば確実に検出可能であった。シンチグラフィにて検出された部位は図1のごとく7例の小腸局在を認め小腸出血に有用であった。4例の胃出血は、十二指腸または上部空腸よりの出血としてとらえられ、内視鏡にて同定された。手術にて出血を確認したのは表1のごとく18例中9例で、胃十二指腸動脈十二指腸内穿破、空腸平滑筋腫、回腸悪性神経鞘腫、回腸静脈瘤、盲腸腫瘍、上行結腸腫瘍、結腸潰瘍、各1例および空腸潰瘍2例であった。ロマノスコピー下に結紮止血した1例、および内視鏡下99%無水エタノール注入を行った2例を除くほかの6例は保存的に止血しえた。

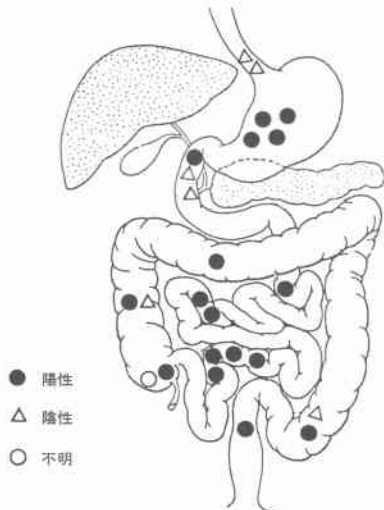
表2のごとく、陰性所見を得た18例はその時点ですでに止血していたと考えられ、すべて保存的に止血することができたが、食道静脈瘤2例、十二指腸憩室炎、上行結腸腫瘍、S状結腸腫瘍、胆管腫瘍の各1例に後日手術を必要とした。薬剤性腸炎と考えられた1例は、下血中にシンチグラフィを施行したが陽性所見を得ず、下血した血液より RI を検出しなかった。このためシンチグラフィ施行時すでに止血していたと判定した。

コントロール群10例では、肝臓、脾臓、大血管が全

表2 すべて保存的に止血したが、後日6例に手術を必要とした。

No.	症例	主訴	診断	検査手段	経過
1.	K.K. 51♀	下血	食道静脈瘤	内視鏡	手術
2.	Y.S. 61♀	下血	食道静脈瘤	内視鏡	手術
3.	S.O. 67♂	黒色便	十二指腸憩室炎	内視鏡	手術
4.	M.A. 69♂	便潜血陽性	上行結腸癌	注腸透視	手術
5.	Y.N. 84♀	黒色便	S状結腸癌	注腸透視	手術
6.	T.K. 64♂	便潜血陽性	十二指腸潰瘍、胆管癌	内視鏡	手術
7.	S.O. 75♂	下血	出血性腸炎(薬剤性)		薬剤中止にて自然止血
8.	T.K. 3♂	黒色便	十二指腸潰瘍	胃透視	自然止血
9.	K.F. 59♂	下血	十二指腸憩室炎	小腸透視、内視鏡	自然止血
10.	I.M. 60♂	下血	不明		自然止血
11.	S.M. 61♂	便潜血陽性	不明		自然止血
12.	C.H. 23♀	便潜血陽性	不明		自然止血
13.	H.K. 55♂	便潜血陽性	不明		自然止血
14.	K.S. 66♂	黒色便	不明		自然止血
15.	K.M. 10♀	黒色便	不明		自然止血
16.	T.M. 32♂	黒色便	不明		自然止血
17.	T.T. 74♂	黒色便	不明		自然止血
18.	M.F. 55♂	黒色便	不明		自然止血

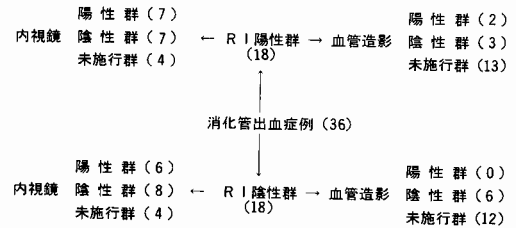
図1 シンチグラフィによる検出局在部位陰性6例は内視鏡にて病変を検出し、不明1例はシンチグラフィにて陽性であったが、ほかの検査にて病変を検出できなかったものである。



例描出され、この中で1例に大腸全体に淡い RI 分布を認め、また症例によっては図2のごとく24時間後回盲部に RI 分布を認めた。しかし、そのほかに腸管内の移動性の異常分布は認めなかった。

血管造影および内視鏡検査とシンチグラフィの比較は表3のごとくである。シンチグラフィ陰性症例中で血管造影を施行しえた6例には、陽性所見を得た症例を認めなかった。これに対し内視鏡を施行しえた14例中、陽性所見を得た症例を6例認めた。この6例中には血管造影を施行した症例は含まれていなかった。シンチグラフィ陽性症例中では血管造影を施行しえた5例中2例に陽性所見を得、内視鏡を施行し得た14例中

表3 血管造影および内視鏡とシンチグラフィの比較



7例に陽性所見を得た。

症 例

(症例1) 18歳の男性、十二指腸潰瘍にて Billroth II 法型式の再建後、大量下血を来たしたが、内視鏡にて出血源が不明であったため ^{99m}Tc in vivo 標識赤血球によるシンチグラフィを施行した。図3のごとく、RI 注入10分後に Treitz 靱帯付近より左下腹部へ時間とともに移動していく hot spot が認められ、上部小腸よりの出血と診断した。手術にて Billroth II 法再建にて空置された十二指腸潰瘍内への胃十二指腸動脈の穿破と確認し止血した。

(症例2) 54歳の女性、大量下血を来たし、一時的に血圧40mmHg となりショックに陥いった。消化管透視、内視鏡、血管造影にて出血源不明であったため ^{99m}Tc in vivo 標識赤血球によるシンチグラフィを施行した。図4のごとく RI 注入後2時間~4時間で小腸より大腸へ少量の出血を認め、8時間~22時間にかけてかなり大量の血流が回腸より大腸へ移行していくのが認められた。図5のごとく手術にて Treitz 靱帯より肛門側約100cmの部位の小腸平滑筋腫よりの出血と判明し、同部切除にて止血した。

(症例3) 66歳の女性、下血にて ^{99m}Tc in vivo 標識赤血球によるシンチグラフィを施行したが、2時間までの scan にて陰性所見を得て止血した。しかし、再出血を来たしたため delayed scan を施行したところ、図6のごとく RI 注入後4時間で下腹部に RI の異常集積を認め、中部小腸よりの出血を疑った。血管造影にて小腸腫瘍を疑い、図7のごとく Ileum end より約100cm 口側の悪性神経鞘腫よりの出血と判明し、同部切除にて止血した。

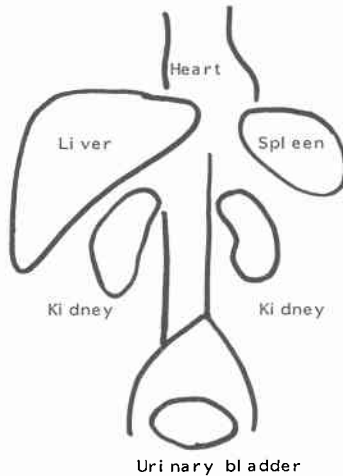
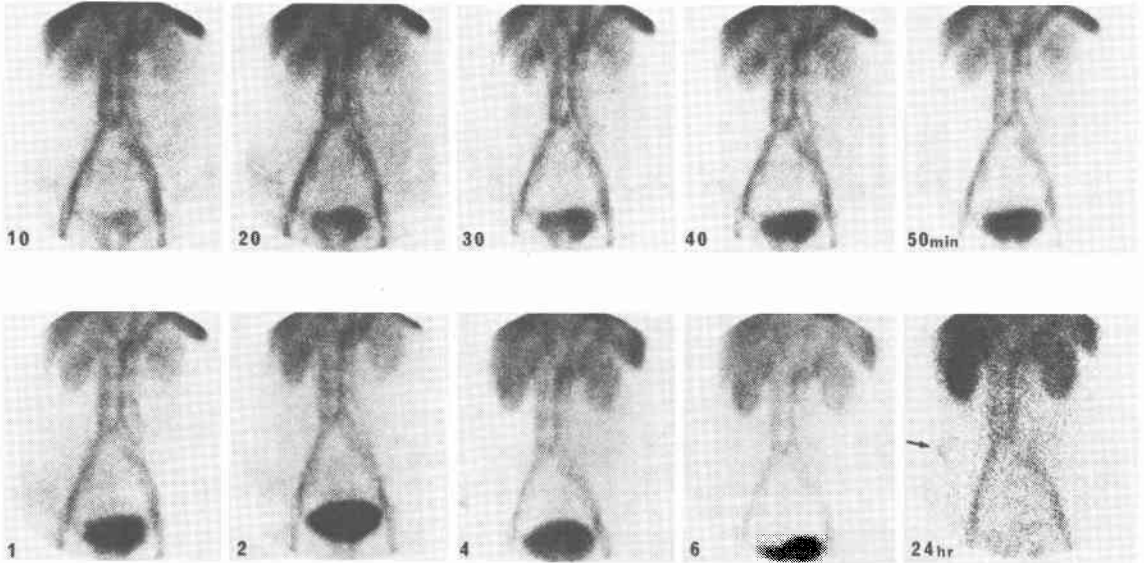
(症例4) 59歳の男性、下血にて ^{99m}Tc in vivo 標識赤血球によるシンチグラフィを施行した。図8のごとく、RI 注入20分後 Treitz 靱帯付近に RI の異常集積を認め、小腸内を移行していくのを認めた。内視鏡にて空腸に輪状潰瘍を認め、切除にて止血した。

図2 Normal control, 肝臓, 脾臓, 大血管, 腎臓, 膀胱に RI 分布を認める. 症例によっては矢印のごとく24時間後に回盲部に RI 分布を認める.

NORMAL CONTROL

1983.8.5 M.S. F54YO

2948254



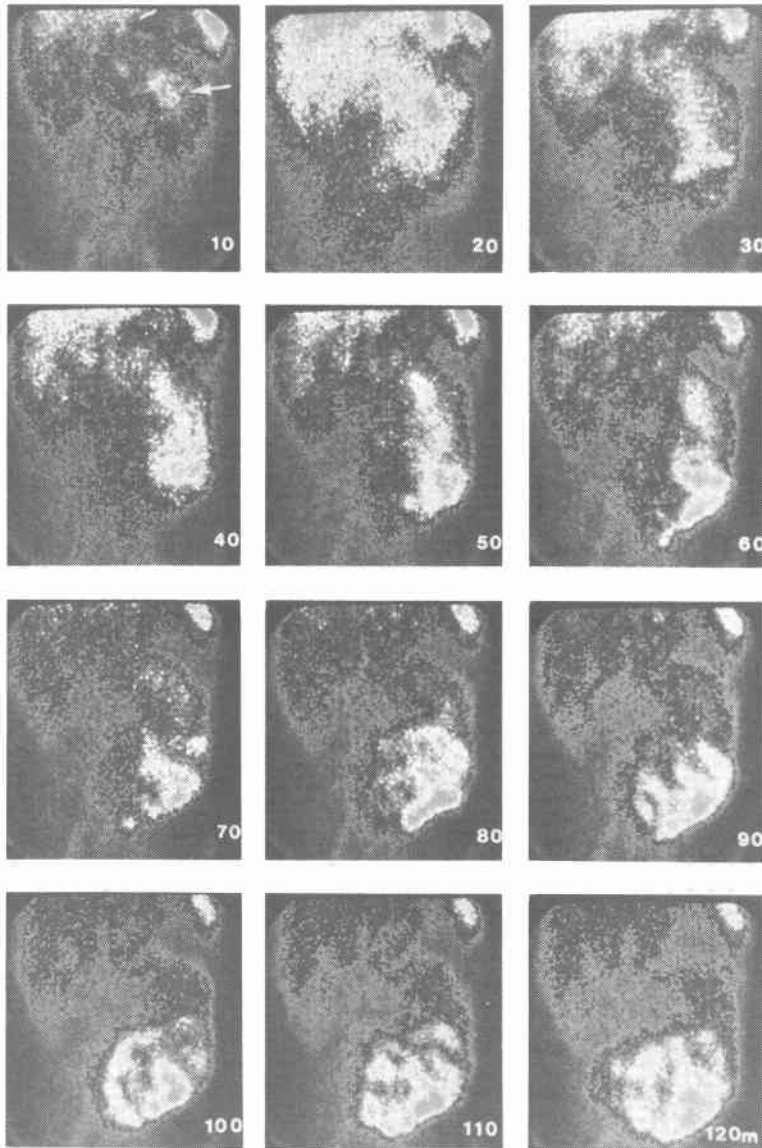
(症例5) 77歳の女性, 下血にて^{99m}Tc in vivo 標識赤血球によるシンチグラフィを施行した. 図9のごとく RI 注入20分後, 結腸肝彎曲部から脾彎曲部にかけて RI の異常集積を認めた. 術中, 大腸ファイバースコープにて潰瘍を認め, 大腸亜全摘にて止血した. 切除標本にて図10のごとく多発潰瘍を認めた.

考 察

消化管出血に対するシンチグラフィの応用は, メッケル憩室の検出に^{99m}Tc-pertechnetate が広く用いら

れてきた. 一方, 消化管出血をイメージングにより直接検出しようとする試みが, 1977年頃より行われるようになってい. 方法として^{99m}Tc sulfur colloid を利用するもの (Alavi¹⁾, Barry²⁾, Simpson³⁾, ^{99m}Tc 一人血清アルブミンを利用するもの (Miskowiak⁴⁾, 越智⁵⁾, ^{99m}Tc in vitro 標識赤血球を利用するもの (Bunker⁶⁾, Markisz⁷⁾, ^{99m}Tc in vivo 標識赤血球を利用するもの (Winzelberg⁸⁾⁹⁾, Mckusick¹⁰⁾, Heyman¹¹⁾, Smith¹²⁾, 里見¹³⁾, 石井¹⁴⁾, ¹¹¹In-oxine 標識赤血球を

図3 症例1のシンチグラフィ。RI注入10分後、矢印の部位に hot spot を認める。



利用するもの (Ferrant¹⁵, Winzelberg¹⁶)などが現在まで報告されている。

^{99m}Tc sulfur colloid を利用するシンチグラフィは血中からのクリアランスが速やかであり、10分から20分でほとんどが肝臓と脾臓に集積し、腹部の RI activity が低くなる。このことは background が少なくなり、出血に対する感受性がほかの方法より高くなるという利点ともなるが、検査時間が短時間のためかなりの量の出血がないと検出が困難であり、慢性的間歇的

な出血の診断には期待できない。Mckusick¹⁰らは11例の消化管出血例に対し ^{99m}Tc sulfur colloid および ^{99m}Tc in vivo 標識赤血球のシンチグラフィを施行し、 ^{99m}Tc sulfur colloid で陰性所見であったものが ^{99m}Tc in vivo 標識赤血球にて陽性所見を2例認め、 ^{99m}Tc in vivo 標識赤血球の優位性を報告している。

^{99m}Tc -人血清アルブミンを利用するシンチグラフィは症例により ^{99m}Tc による人血清アルブミンの標識率が悪く、胃に集積が多く診断の妨げになることがある。

図4 症例2のシンチグラフィ、RI 注入2時間後より、下腹部に RI の異常集積を認める。

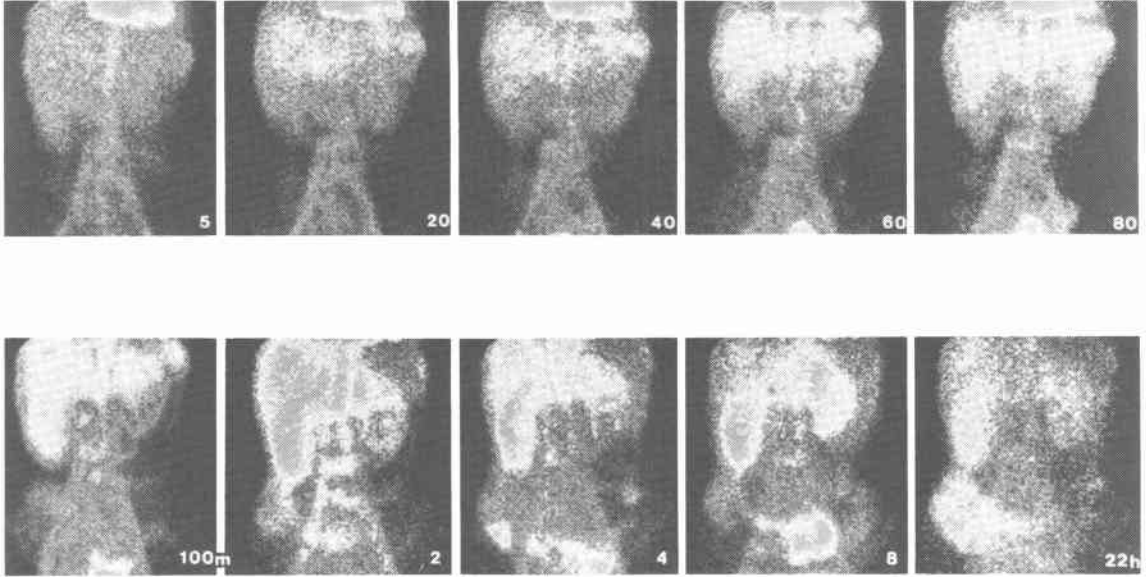


図5 症例2の切除標本、鉄壺鈴型の平滑筋腫を認める。

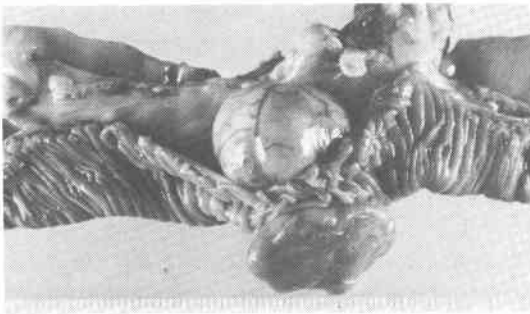


図6 症例3のシンチグラフィ、RI 注入後4時間で、矢印のごとく RI の異常集積を認める。

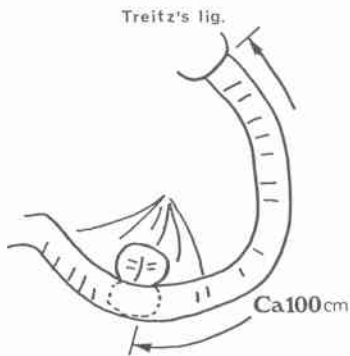
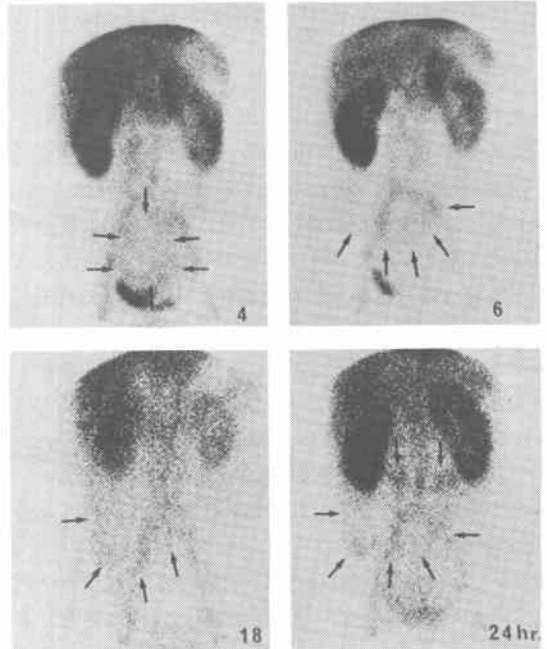
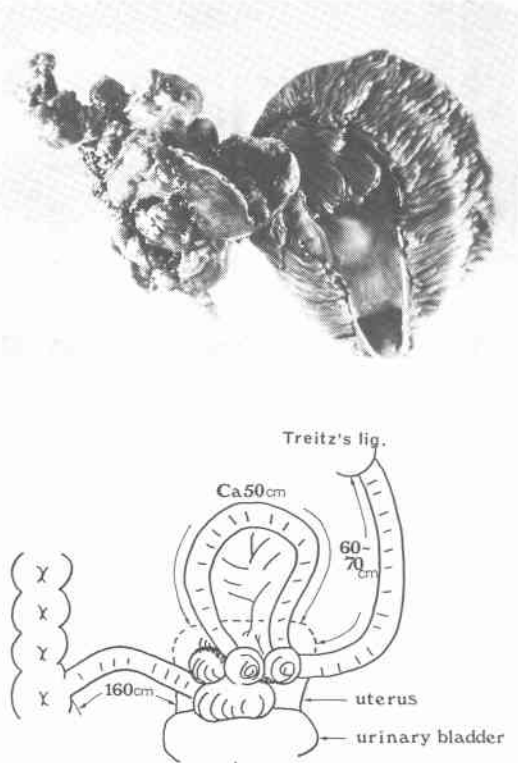


図7 症例3の切除標本。ブドウ状に発育した悪性神経鞘腫を認める。



以上の方法に対し ^{99m}Tc in vitro 標識赤血球によるシンチグラフィは、 ^{99m}Tc in vivo 標識赤血球より標識率が高く free の pertechnetate の分泌がなく false positive を作る可能性が少ない。さらに ^{111}In -oxine 標識赤血球によるシンチグラフィは72時間追跡可能で、ほとんど腸管への分泌がないため理想の方法と思われる。しかし両者ともに調整に手間がかかり、高度な技術が必要とする点で実際のでない。以上のことから調整が簡単で長時間追跡可能であり、false positive に判定時に注意することにより最も簡便に応用可能と思われる ^{99m}Tc in vivo 標識赤血球によるシンチグラフィが有用であると考えられ、われわれは ^{99m}Tc in vivo 標識赤血球を使用した。

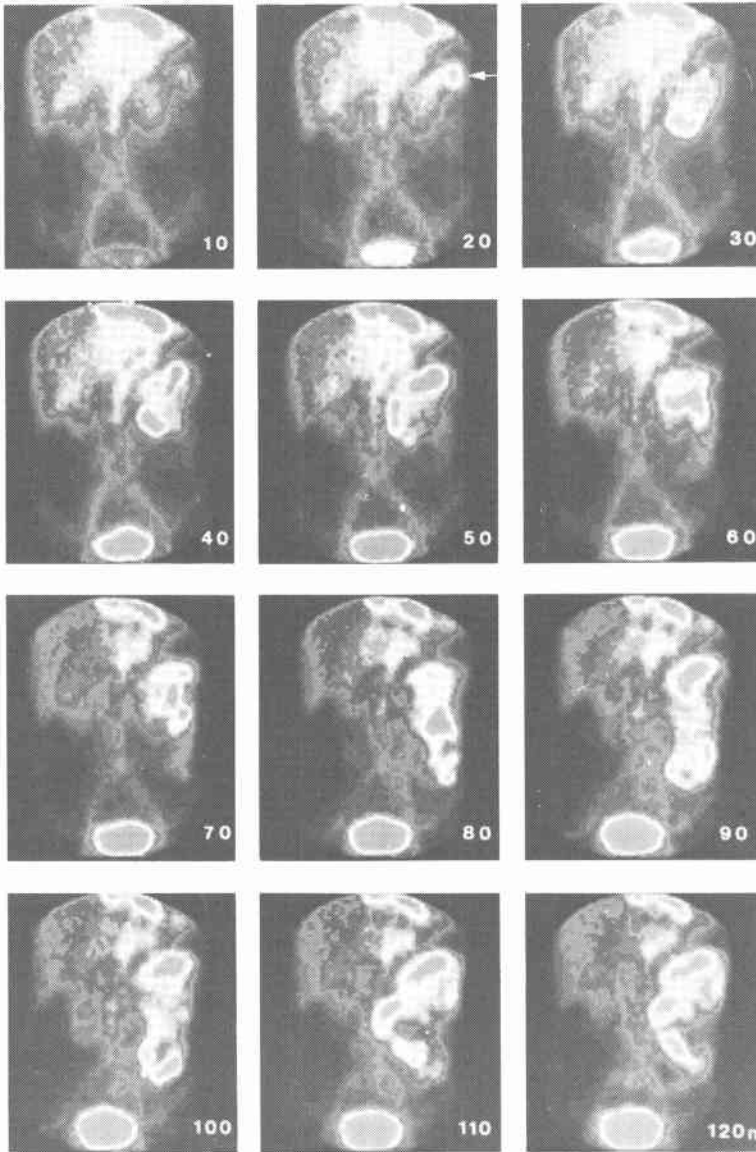
コントロール群における RI 分布について、越智⁵⁾らは、心プール検査を行った便潜血反応陰性の患者15名をコントロールとして、24時間後15例中1例に大腸全体に淡い RI 分布を認めている。また Winzelberg⁹⁾らは、28人のコントロールについて初期の2~3時間において肝臓、脾臓、大血管に100%、腎臓、胃、膀胱に

60~40%、小腸に0%、大腸に4%の集積を認めたが、24時間後のイメージングにて肝臓、脾臓、大血管は100%、腎臓60%、胃20%、膀胱20%、小腸0%、大腸50%の集積に変化し、小腸に集積を認めた場合は確実に出血を疑えるとしている。24時間後に大腸に50%の症例で種々の程度に RI の集積を認めるが、これは初期に胃分泌を示したものに認められたため free の ^{99m}Tc と考えており、Ferrant¹⁵⁾らも胃に分泌された ^{99m}Tc が小腸を通過して回盲部に集積し判断を誤らせることがあると指摘している。われわれの10例のコントロールでも、24時間後に回盲部に集積を認めるものがあり、判定時に注意を必要とすると思われた。

シンチグラフィにてどれほどの出血量を検出できるかについて Alavi¹¹⁾らは、 ^{99m}Tc sulfur colloid にて実験的に0.1ml/minの少量出血で検出可能としている。Smith¹²⁾らはボランティアに ^{99m}Tc にて標識された赤血球を内服させると、最低5mlあればシンチカメラにて検出可能であったとし、Miskowiak¹⁷⁾らは70mlの標識されたアルブミンがあれば検出可能と報告している。臨床的には Winzelberg⁹⁾らは ^{99m}Tc in vivo 標識赤血球にて500ml/day 以上の出血があれば検出可能であったと報告している。われわれの症例では臨床的に200ml/day の出血があれば確実に検出可能であった。また黒色便を示した症例の約半数で検出可能であったが、Daniel¹⁸⁾らはボランティアに内服させた血液より黒色便を生じるためには、少なくとも50~80ml/day 以上の出血が必要とされたと報告していることから、100ml/day 前後の出血にて検出可能になるものと考えられた。

RI 注入後よりの検出時間および検出率について、比較的短時間に検出されたものとして Smith¹²⁾らは ^{99m}Tc in vivo 標識赤血球で18人に陽性所見を得、大部分30分以内に検出されたとしており、Miskowiak¹⁷⁾らも68人に ^{99m}Tc labeled Agents (アルブミン、赤血球) を利用したシンチグラフィを行ない33人で陽性所見を得ているが、50%は RI 注入後10分ぐらいで陽性所見を得たとしている。これに対し Markisz⁷⁾、Winzelberg⁹⁾、Mckusick¹⁰⁾らの報告では、陽性所見を得た症例のうち約半数が6時間以後に検出され、delayed scan の重要性を述べている。われわれの症例では36例中18例に陽性所見を得、このうち半数の9例が2時間以内に検出されたが、delayed scan にて初めて陽性所見を得た症例も多く delayed scan を積極的に行うべきと考えられた。

図8 症例4のシンチグラフィ、RI注入20分後より矢印のごとく、左上腹部に移動するRI分布を認める。



局在の正確さについて Winzelberg⁹⁾らは83%, Mckusick¹⁰⁾らは77%, Markisz⁷⁾らは91%に正確であったとしている。われわれの症例では胃と十二指腸の局在は肝臓、大血管と重なり正確ではなかったがほぼ Treitz 靱帯より口側と判定できたため、治療上に困難を来たしたものはなかった。また Mckusick¹⁰⁾らの報告にあるような上部小腸のものを大腸と誤ったものも認めなかった。

血管造影、内視鏡検査との比較について、血管造影では出血部位の診断ができれば塞栓術やビトレンシによる治療も可能になってきており、Bergling⁹⁾の報告にもあるように、0.5ml/minの少量の出血まで診断が可能とされるが、実際には3ml/min以上を必要としており出血量が少量であったり検査時に出血がなければ false negative となる。しやかも選択的動脈撮影で診断が成功するには患者との協力とよく訓練された医師

図9 症例5のシンチグラフィ。肝彎曲部から横行結腸にかけてRIの異常分布を認める。

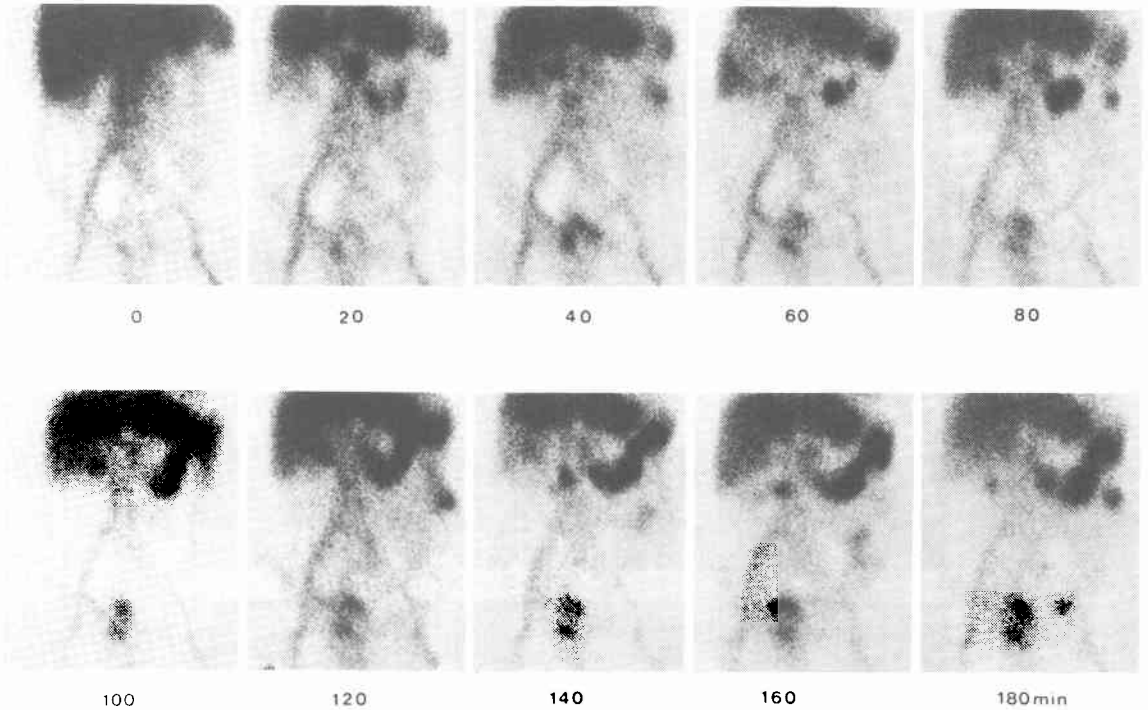
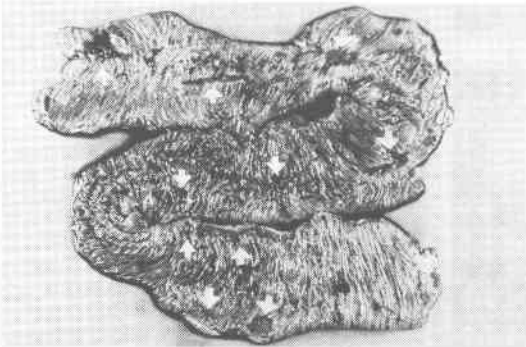


図10 症例5の切除標本。大腸に矢印のごとく多数の潰瘍を認める。



であったが、シンチグラフィ陰性では血管造影ですべて陰性であったとし、さらにMarkisz⁷⁾らもシンチグラフィ陰性なら血管造影陰性と報告している。われわれの症例でもシンチグラフィ陰性のものはすべて血管造影陰性であった。

また内視鏡は十二指腸までは有用であるが、小腸は挿入しにくく大腸では前処置がされていないとこれも困難なことが多い。しかし内視鏡ではその時点で出血していなくても病変を検出することが可能であり、シンチグラフィ陰性6例に対し病変が検出可能であった。これに対しシンチグラフィは、①侵襲が少なく(全身被曝量は約0.3rad)ショック状態を示すほど全身状態が悪い症例や小児でも施行できる。②高度な技術を必要としない。③間歇的出血でも24時間追跡することが可能である。④ほかの検査の妨げとならない。またほかの検査にて妨げられない。⑤コンピューターにて処理し、映像にて追跡することも可能である。⑥出血傾向があっても可能である。などの多くの利点があるが、画像がある程度以上鮮明とはなりえない欠点がある。

以上のごとくシンチグラフィは消化管出血に有用で

のチームが必要である。Miskowiak⁴⁾らは血管造影の欠点として、①侵襲的である、②時間を必要とする。③合併症を生じる危険がある。④静脈性出血には無効である。⑤Barium検査のあとでは無理である。をあげている。臨床的にはBunker⁶⁾らはシンチグラフィにて陽性であった10症例中6例に血管造影を施行し、1例のみ有効であったとしている。Alavi¹⁾らも39人のシンチグラフィ陽性例に血管造影を行ない21例に有効

あるが、分泌された ^{99m}Tc が胃に集積したり小腸を流れて回盲部に集積することがあるため、これを false positive としないことと、シンチグラフィに頼らずほかの検査および手術の時期を逸しないことが肝要と思われた。

結 語

1982年8月より1984年2月までの消化管出血を疑われた36症例およびコントロール群10例に、 ^{99m}Tc in vivo 標識赤血球を使用したシンチグラフィを利用し、直接イメージングによる消化管出血の検出を試み良好な結果を得た。消化管出血群の中で18例(50%)に陽性所見を見とめ、臨床的に24時間で200ml以上の出血があれば確実に検出可能であった。侵襲が少なく全身状態が悪い症例や小児でも施行でき、間歇的出血でも24時間追跡することが可能であった。ほかの検査の妨害にならず、またほかの検査より妨害されることなく検出可能で、諸検査にて診断が比較的困難な小腸よりの出血に有用と思われた。

本論文の要旨は第21回日本消化器外科学会、第70回日本消化器病学会にて発表した。昼夜をとわず本検査に協力していただいたセンター員に感謝します。

文 献

- Alavi A: Detection of gastrointestinal bleeding with ^{99m}Tc -sulfur colloid. *Semin Nucl Med* 12: 126—138, 1982
- Barry JW, Engle CV: Detection of hemorrhage in a patient with cecal varices using ^{99m}Tc -sulfur colloid. *Radiology* 129: 489—490, 1978
- Simpson AJ, Previti FW: Technetium sulfur colloid scintigraphy in the detection of lower gastrointestinal tract bleeding. *Surg Gynecol Obstet* 155: 33—36, 1982
- Miskowiak J, Nielsen SL, Munck O: Scintigraphic diagnosis of gastrointestinal bleeding with ^{99m}Tc -labeled blood pool agents. *Radiology* 141: 499—504, 1981
- 越智宏暢, 浜田国雄, 佐崎 章ほか: 消化管出血—RI診断(核医学診断). *外科治療* 44: 562—567, 1981
- Bunker SR, Brown JM, McAuley RJ et al: Detection of gastrointestinal bleeding sites use of in vitro technetium Tc^{99m} -labeled RBCs. *JAMA* 247: 789—792, 1982
- Markisz JA, Front D, Royal HD et al: An evaluation of ^{99m}Tc -labeled red blood cell scintigraphy for the detection and localization of gastrointestinal bleeding sites. *Gastroenterology* 83: 394—398, 1982
- Winzelberg GG, Mckusick KA, Strauss HW et al: Evaluation of gastrointestinal bleeding by red blood cells labeled in vivo with Technetium-99m. *J Nucl Med* 20: 1080—1086, 1979
- Winzelberg GG, Mckusick KA, Froelich JW et al: Detection of gastrointestinal bleeding with ^{99m}Tc -labeled red blood cells. *Semin Nucl Med* 12: 139—146, 1982
- Mckusick KA, Froelich J, Callahan RJ et al: ^{99m}Tc red blood cells for detection of gastrointestinal bleeding: Experience with 80 patients. *AJR* 137: 1113—1118, 1981
- Heyman S, Sacks B, Khettry J et al: Localization of bleeding small intestinal lesions using scanning techniques. *Surgery* 85: 372—376, 1979
- Smith RK, Arterburn G: Detection and localization of gastrointestinal bleeding using Tc^{99m} pyrophosphate in vivo labeled red blood cells. *Clin Nucl Med* 5: 55—60, 1980
- 里見 昭, 石田 清, 高田勇則ほか: 腹部シンチグラフィ(^{99m}Tc 標識赤血球)で術前診断しえた小腸大量出血の1例. *臨外* 38: 435—437, 1983
- 石井勝己, 比企能樹, 堀池重治ほか: 小児消化管出血に対するRI診断の臨床的検討—とくに in vivo 標識赤血球法を中心として—. *小児臨* 35: 2142—2150, 1982
- Ferrant A, Dehasque N, Leners N et al: Scintigraphy with In-111-labeled red cells in intermittent gastrointestinal bleeding. *J Nucl Med* 21: 844—845, 1980
- Winzelberg GG, Castronovo FP, Callahan RJ et al: ^{111}In oxine labeled red cells for detection of simulated lower gastrointestinal bleeding in an animal model. *Radiology* 135: 455—461, 1980
- Miskowiak J, Nielsen SL, Munk O et al: Abdominal scintiphotography with ^{99m}Tc -labeled albumin in acute gastrointestinal bleeding. *Lancet* II: 852—853, 1977
- Daniel WA, Egan S: The quantity of blood required to produce a tarry stool. *JAMA* 113: 2232, 1939
- Bergling L, Hjorth S, Svendler CA: Angiography in acute gastrointestinal bleeding. *Surg Gynecol Obstet* 145: 501—503, 1977