

V 血液核医学的検査

RIを利用する *in vivo* の血液検査は、採血によって血球や血漿が経時的に容易に得られ、体表計測によって、各臓器への RI 集積を経時的に追跡できることから、循環血液量の測定や血球の産生・体内循環・崩壊などの動態を定量的に計測することができ、各種血液疾患の病態解析に有用性が高い。以下のような検査が考案されている。

- ① 循環血球量, 循環血漿量, 循環血液量の測定
- ② 赤血球, 血小板などの血球寿命の測定
- ③ 鉄, フィブリノゲンなどの体内キネティクス
- ④ 消化管吸収試験 (ビタミン B₁₂)₂, 消化管出血量・消化管蛋白漏出量の測定
- ⑤ シンチグラフィ (骨髄, 脾, 肝, リンパ節, 血拴など)

以下に、臨床検査として行われる主な方法について記す。

1 循環血球量, 循環血漿量, 循環血液量の測定

赤血球増多症や貧血の診断に、循環血漿量の変化による相対的な増多症や貧血を除外するために、循環血球量の測定が必要である。また、**循環血液量**は、循環血球量と循環血漿量を別々に測定して加えて求めるのが最も正確である。

以下に、⁵¹Cr 標識赤血球を用いる循環血球量測定と ¹³¹I 標識アルブミンを用いる循環血漿量測定について記す。

a. ⁵¹Cr 標識赤血球を用いる循環血球量測定

試薬および標識 赤血球寿命測定の項 361 頁参照。ただし被検者からの採血は ACD 液を含め全量 10ml あれば十分である。標識後、アスコルビン酸を加え、さらにこれと同量の生理食塩水に浮遊させる (詳細は 361 頁参照)。

精注 浮遊液をよく混和し、その一部を残り、一定量 (8ml) を投与し、半量の入った時点で 0 分として投与後 10~15 分ごとに、90 分まで 2~3ml ずつへパリン採血する。

測定 投与した赤血球浮遊液の残液を精製水で 500 倍に希釈し、その 1ml の放射能をカウントする (*a* cpm)。各時点の血液の同量をカウントする。

計算 片対数グラフに採血時刻と計数値 (対数軸; 縦軸) をプロットすると、はじめの 10 分ぐらひは急速に下降し、その後緩やかに下降する。この第二相の各点を結んだ直線と縦軸の交点を 0 時の放射活性とする (*b* cpm)。

$$\text{循環血球量(ml)} = (a \times 500 \times 8/b) \times \text{Ht} \times 0.92$$

Ht: ヘマトクリット, 0.92 は Ht の体 Ht への換算計数

b. ¹³¹I 標識アルブミンを用いる循環血漿量測定

試薬 ¹³¹I 標識ヒトアルブミンは、1 バイアル 1.85 × 10⁷ Bq (0.5 mCi; 0.5 ml) で第一ラジオアイソトープ研究所から販売。

精注 前記の 185kBq (5 μCi) をとり、生理食塩水 5ml を加え、その 4ml を被検者に投与し (注: 事前に甲状腺ブロックが必要)、半分投与した時点で 0 分として、投与後 10~15 分ごとに 90 分まで採血し、遠心して血漿を採取する。

測定 投与液の残りを 500 倍に希釈して標準液とし、各時点の血漿とともに、2ml ずつの放射能をカウントする。

計算 各時点の放射能 (縦軸) をグラフにプロットし、それらを結んだ直線と縦軸との交点を 0 時の放射能 (*b* cpm) とし、標準液のそれを *a* cpm とすると

$$\text{循環血漿量} = (a/b) \times 500 \times 4$$

基準範囲 循環血球量: 29.7 ± 0.6 ml/kg 体重

循環血漿量: 43.3 ± 6.0 ml/kg 体重

循環血液量: 65.7 ± 1.6 ml/kg 体重

2 赤血球寿命測定

骨髄の幹細胞から分化した赤芽球は、分裂増殖を繰り返し、胞体内のヘモグロビンが一定量になると脱核し、網赤血球として末梢血中に流出する。幹細胞からこの段階までの分化発育には 5~7 日を要するとされ、次に成り網赤血球は脾臓で網状物がとり除かれ、約 2 日を要して成熟赤血球となる。新生赤血球は、平均寿命約 120 日で崩壊死する。

標識用 RI は ⁵¹Cr で、Na₂⁵¹CrO₄ の形で赤血球に標識する。⁵¹Cr 法は、標識の際に血球の障害が少なく、半減期が 27.7 日で、0.32 MeV の γ 線を放出するために、各臓器の放射能の体表計測ができるなどの利点をもっている。

標識 RI は、赤血球が死滅崩壊しなければ遊離しないことが望ましいが、実際には赤血球内でグロビンに結合している ⁵¹Cr は、1 日にその 1% 程度が溶出するとされる。このため、赤血球寿命測定では、それを加味した消失曲線が得られる。ICSH は、補正表を用いて平均赤血球寿命を算出することを勧告しているが、一般には赤血球の ⁵¹Cr 放射能がはじめの 1/2 になる期間を赤血球半寿命として測定している。以下に ⁵¹Cr 法について記した。なお、⁵¹Cr の溶出率は、一律に 1% ではなく、疾患によって異なり、自己免疫性溶血性貧血では 5% 前後になるという (刈米)。

■Na₂⁵¹CrO₄を用いる赤血球寿命測定

試薬 ① Na₂⁵¹CrO₄: 医薬品として第一ラジオアイソトープ研究所から 1 バイアル 1.85 × 10⁷ Bq (0.5 mCi; 0.5 ml) で販売。

② ACD-A 液 (血液保存液): テルフレックス ACD-A 液 (テルモ) などが市販され、血液と 4:1 の比率で使用する。

③ 5%アスコルビン酸溶液

実施 ① 採血: 30ml 用採血管に 5ml の ACD-A 液をとり、そこへ 20ml 採血し、速やかに両手の間にはさんでキリモチ様に搅拌均匀。血球が脆弱な場合があるので、溶血させないようスムーズに採血する。

② ⁵¹Cr 標識: ⁵¹Cr のバイアルよりツベルクリン注射器で 7.4 × 10⁶ Bq (200 μCi) をとり、①の採血管に加え、再びカバーつき注射針をつけて 37°C 10 分間または室温 30 分間静置する。

③ 5%アスコルビン酸 2ml (100mg) を加え、未標識 ⁵¹Cr (6 価) を 3 価に還元する (赤血球の障害をさけるため洗浄はしない方がよい)。

④ 静注: ⁵¹Cr 標識血液を被検者に静注する。

⑤ 採血: ⁵¹Cr 標識赤血球が投与後、体内で十分に混和したと考えられる 15 分後に 5ml へパリン採血し、標準試料とする。24 時間後とは異なる (寿命が短いときには毎日) に 5ml ずつへパリン採血をし、2ml ずつ 2 本の測定用試験管 (とり、保存する)。

⑥ **放射能の測定**: まとめて同時に計数する。15 分試料を標準試料とするが、24 時間後の試料の放射能が 1/30 以上減少していれば、24 時間後の放射能を 100% (縦軸) とし、その 1/2 になった時点 (横軸) を半寿命 (T_{1/2}) とする。

⑦ **体表計測**: 標識赤血球投与後、1 週間は毎日、その後は隔日に心臓、脾臓、肝臓について同一部位、同一方向より一定時間測定し、心臓のカウントに対する各臓器カウントの比率 (index) の経時変化を観察する。健康人では、全経過を通じて比率は 1.0~1.2 であり、それらの臓器で赤血球崩壊の亢進がないことを示す。体表計測は、厳密な定量性はないが、赤血球の病的崩壊の場所とその経時変化を示す重要な所見を提供する。

判定 赤血球崩壊には 2 つの形式があり、古い赤血球から毎日一定量ずつ崩壊する場合は、標識赤血球 (⁵¹Cr) は直線的に減少するが (正常)、崩壊が亢進している場合は、⁵¹Cr の減少は指数曲線となる。患者においては以上の 2 つの形式が混在することになる。

基準範囲 T_{1/2}=32 ± 2 日

異常値 溶血性貧血のうち遺伝性球形赤血球症 (HS)、自己免疫性溶血性貧血 (AIHA)、発作性夜間血色素尿症 (PNH) では、T_{1/2} は著しく短縮する。体表カウントでは HS、AIHA では主として脾内の崩壊を反映して脾への取り込みが増大する。PNH では、血管内で溶血するため、⁵¹Cr の取り込みは、脾・肝臓臓器にみられる。また、赤血球寿命曲線もスムーズな指数曲線とはならず、ときとして階段状となる。

3 フェロキネティクス (ferrokinesis)

フェロキネティクス (鉄代謝) は、ヘモグロビンの構成成分である鉄の体内代謝を測定することによって、血清鉄の turnover, 骨髄の造血能, 赤血球の体内動態などを総合的、定量的に検索する方法であり、各種血液疾患における赤血球の病態を知る上できわめて有用である。健康人では、体内の総鉄量は 3,000~3,500mg で、この約 2/3 の 2,000~2,300mg はヘモグロビン鉄として存在し、1,000mg 前後はフェリチン、ヘモジデリンなどの貯蔵鉄の形で肝、脾、骨髄、筋肉などに分布している。これらのほか、ごく微量の鉄が血漿中でトランスフェリン (Tf) と結合して体内輸送されている。鉄の血漿濃度は 80~200 μg/dl であり、骨髄への鉄の輸送経路となり、正常では 1~2 時間の半減期で血中から消失する。末梢血中の赤血球のヘモグロビン鉄は、その老化崩壊によって遊離し、貯蔵鉄 (不安定プール) となり、その一部はフェリチンと結合し安定プールとなるが、大部分は再び血清鉄として動員され造血に関与する。ただし、現在わか国では ⁵⁹Fe の入手が不可能である。

原理 血清鉄はトランスフェリン (Tf) 1 分子に Fe³⁺ が 2 原子結合した形で存在し、血中 Tf の約 1/3 が鉄を結合し、2/3 は不飽和のまま存在する (不飽和鉄結合能)。フェロキネティクスでは、⁵⁹Fe を Tf の不飽和部分に結合させてトレーサーとして用い、鉄の代謝動態を観察する。また、γ 線を放出するのでは臓器表面からの体外計測が可能である。キネティクスの計算には血清鉄、ヘマトクリット値、体重、身長などのデータが必要である。

実施法 詳細は 31 版を参照のこと。

① **標識法と投与および採血法 (UIBC が 150 μg/dl 以上のとき)**: ⁵⁹Fe-クエン酸鉄 370~740 kBq (10~20 μCi) (体表カウントを行うときは 740 kBq) をとり、生理食塩水で全量 11ml の注射液とし、その 10ml を被検者に静注し、1ml は標準試料として保存する。なお、被検者の不飽和鉄結合能 (UIBC) が 50 μg/dl 以下のときは、UIBC 正常で同じ血液型の人々の血漿と患者赤血球を用いる。

② **血漿鉄消失率** 用には静注後、5、10、30、60、120、180 分に反対側の静脈より 5ml ずつへパリン採血し、血漿 1.0ml を計測する。

③ **赤血球鉄利用率** 用には注射翌日より 1 週間は毎日、その後は隔日に 14 日目まで採血し、全血 1.0ml を計測する。

④ **体表カウント** は心、肝、脾、骨髄 (骨髄山骨部) の各臓器の体表上に測定点を定め、静注日から始めて 1 週間は毎日、その後は隔日に 14 日目まで、できるだけ一定の条件で放射活性を測定する。

判定 フェロキネティクスの各種パラメータ

① **血漿鉄消失率** (plasma iron disappearance rate; PID): Tf 結合 ⁵⁹Fe の血漿中からの消失速度が PID である。片対数グラフの横軸に時間 (分) をとり、縦軸に放射活性をとって、実施法 ② で測定した 5 分から 120 分 (または 180 分) までの放射活性をプロットし、この消失曲線を外挿して 0 時間の放射活性を求める。これを 100% とし、減少した時点が 50% に減少した時点が PID T_{1/2} として表す。

② **血漿鉄交換率** (plasma iron turnover rate; PIT): PID が血漿中の鉄の流速を表すのに対し、PIT はその流量 (単位時間に血漿から消失した鉄量) を表し、次式から求める。

$$\text{PIT (mg/kg/日)} = \frac{0.693 \times \text{血漿鉄濃度 (mg/ml)} \times \text{循環血漿量 (ml)}}{\text{PID T}_{1/2} \text{ (日)} \times \text{体重 (kg)}}$$

なお、

$$\text{循環血漿量 (ml)} = \frac{\text{静注した全}^{59}\text{Fe 放射活性}}{0 \text{ 時における血漿 1ml の放射活性}}$$

[静注全放射活性は標準試料の 10 倍希釈液 1ml のカウントと投与量 (ml) から算出 (0 時における血漿 1ml の放射活性は PID において求める)]

③ **赤血球⁵⁹Fe 利用率 (%)** ⁵⁹Fe utilization または red cell iron utilization; %RCU: 赤芽球に取り込まれた ⁵⁹Fe はヘモグロビンに合成され、赤血球として投与翌日より循環血中に出現し、3~4 日後から急速に増加して 7~10 日で完了する。%RCU は ③ で測定した各時点の放射活性から次式で計算し、その経時変化をプロットする。

$$\%RCU = \frac{\text{血液 1ml の放射活性} \times \text{循環血液量 (ml)} \times 100}{\text{静注した全}^{59}\text{Fe の放射活性}}$$

なお、循環血液量 (B) (ml) は前項の循環血漿量 (P) とヘマトクリット Ht から、まず循環血球量 (R) を

$$R \text{ (ml)} = P \text{ (ml)} \times \frac{\text{Ht} \times 0.92}{100 - \text{Ht} \times 0.92}$$

Ht: ヘマトクリット, 0.92 は Ht の体 Ht への換算計数

として求め、 $B = P + R$ として算出する。

④ **赤血球鉄交換率** (red cell iron turnover rate; RIT): 血漿から消失した ⁵⁹Fe のうち、赤血球のヘモグロビン合成に用いられた量を表し次式で計算する。

$$\text{RIT (mg/kg/日)} = \text{PIT} \times \%RCU \times \frac{1}{100}$$

基準範囲 PID T_{1/2}: 60~120 分, PIT: 0.4~0.9 mg/kg/日, ⁵⁹Fe 赤血球利用率: 80~100%, RIT: 0.32~0.90 mg/kg/日である。

異常値 各種疾患における PID T_{1/2}, ⁵⁹Fe 赤血球利用率を図 4-41 に示した。

体表計測 投与初期に骨髄部の放射活性が急速に上昇し、約 24 時間で最高値に達してのち、下降する。これは、⁵⁹Fe がまず骨髄赤芽球に取り込まれ、ヘモグロビンに合成され、末梢血中に赤血球として放出される過程を表し、%RCU の経時変化と鏡像関係になる。肝

図 4-41 血漿鉄消失率 (左) と赤血球鉄利用率 (右) (医歯薬出版, スタンダード検査血液学より)

と脾の放射活性は不変であるが、一過性に軽度上昇することがある (肋骨などの骨髄造血の影響)。

4 血小板寿命測定法 (血小板キネティクス)

健康人では、血小板は末梢血中に 15 万~35 万/μl 存在し、その寿命は約 10 日で、1 日の交換率 (血小板回転) は 3 万~4 万/μl である。

これらの血小板のキネティクスの測定は、各種の血小板減少症の鑑別、血小板消費の亢進を示す血栓症の診断や治療効果の判定などに有用な指針となる。

血小板寿命の測定は、アスピリン内服による MDA 法 (408 頁参照) と RI 法が用いられる。後者のうち、⁵¹Cr は血小板の標識率が 5~10% と低く、200~500 枚の採血が必要であるが、¹¹¹In 標識血小板による血拴形成部位の診断および ¹¹¹In 標識白血球による炎症部位の診断のために使用されており、現在では血小板寿命の測定にはほとんど使用されていないのが現状である。

実施 tropolene を用いて ¹¹¹InCl₃ を血小板に標識した方法 (塚田理康: 臨床病理, 特集号 71: 127-138, 1987) を、¹¹¹In-オキシキノリン (日本メジフィジクス) を血小板に標識するように変更した方法を記す。

① ACD-A 液 7ml 入り注射器に血液 43ml を採取し、滅菌遠心管に移し、200g, 10 分間遠心する。

② 上清 (PRP) を滅菌栓つき遠心管にとり、その 1/20 容の ACD-A 液を加えて混合し、640g, 10 分間遠心して、上清 (PPP) を保存する。

③ 沈渣を捨てる。PPP を ACD-A 液加生理食塩水 (pH6.5) に浮遊させ、640g, 10 分間遠心して上清を捨てる。血小版を ACD-A 液加生理食塩水 3ml に浮遊させる。

④ これに ¹¹¹In-オキシキノリン 37Mbcq (1mCi) 以下を加え、室温で 20 分間インキュベーションする。

⑤ PPP 6ml を加え、640g, 10 分間遠心して、標識された血小板を分離し、上清は捨てる。

⑥ 標識血小板を PRP 5ml で再浮遊させる。160g, 4 分間遠心し、赤血球や凝集血小板を除く。

⑦ 上清のうち 0.3ml をコントロール用としてとり、残りを正確に計量して被検者に静注する。

⑧ 静注後、15 分, 2, 4, 8 時間, 以後毎日 1 回 8~10 日まで 5ml (EDTA 加) 採血する。各時点の試料より、全血 1.0ml および 2,000g, 30 分遠心後の PPP 1.0ml の放射活性をカウントし、

$$\text{血小板 cpm/ml 全血 (P)} = \text{全血 (cpm)} - \text{PPP (cpm)} \times \frac{100 - \text{Ht}}{100}$$

を求める。同時に、コントロールを生理食塩水で 100 倍して、その 1ml をとり、標識血小板を洗浄し生理食塩水で 1ml としたのち、同様にカウントする。

判定 ① **血小板回収率と寿命曲線**: コントロールのカウントから、静注した血小板溶液中の全カウントを計算し、この値を身長・体重より求めた循環血液量で除し、理論的最大の回収率 (PR) を求め、各時点の % が各時点の血小板回収率である。最大回収率を示す時点の P を 100% とし、各時点の PR を経時変化をグラフして寿命曲線と計算する。寿命曲線と横軸の交点が平均寿命であるが、その求め方にグラフによる方法と計算式による方法がある。有効血小板産生量を表す血小板回転は次式で求められる。

$$\text{血小板回転 (血小板数/μl/日)} = \text{[末梢血小板数/平均寿命 (日)]} \times (90/\text{最大回収率}\%)$$

② **臓器体表計測**: 標識血小板投与直後に第 1 回、以後経時的にシンチレーションカメラを用いて心、肝、脾の放射活性を計測して、肝/心、脾/心、脾/肝などの index を求め、放射活性の取り込みを観察する。

基準範囲 M ± SD (塚田らによる)

$$\text{}^{51}\text{Cr 法 (n=7)} \qquad \text{}^{111}\text{In 法 (n=9)}$$

最大回収率 (%) 70 ± 6 79 ± 8

平均寿命 (日) 8.6 ± 0.8 9.2 ± 0.5

血小板回転 (万/μl/日) 3.7 ± 0.4 3.5 ± 0.6

異常所見 血小板減少症の主な原因には、産生の低下 (巨核球低形成, 無効造血), 崩壊 (破壊, 消費) の亢進, 脾臓プールでの貯留などがある。

特異性血小板減少性紫斑病 (ITP) の寿命の短縮, 回転の亢進

巨核球低形成性血小板減少症: 寿命は正常でない短縮, 回転の低下

脾臓機能亢進症: 寿命は軽度ないし中等度に短縮, 最大回収率の低下, 回転の亢進

血栓症: 脳および心虚血発作, 動脈系および静脈系の血拴で寿命の短縮例が認められる。

体表計測 正常では血小板は主に肝と脾に集積し、残りは骨髄で処理される。ITP で脾への集積の高い例 (脾/肝比が 4 以上) は摘脾の適応となる。また、血栓症ではシンチカメラによる血拴の描出も行われる。

5 ビタミン B₁₂・葉酸測定とビタミン B₁₂吸収試験

経口的に摂取されたビタミン B₁₂ (以下 B₁₂) は胃体部、胃底部の壁細胞から分泌される内因子 (IF) と結合し、IF-B₁₂複合体は回腸末端でレセプターと結合して吸収される。B₁₂ 欠乏の代表的疾患には、大球性高色素性貧血があり、骨髄に巨赤芽球性変化を起こす。同様の変化は、葉酸欠乏でも認められる。血液中の B₁₂ および葉酸の測定と B₁₂ 吸収試験はこれら疾患の診断にきわめて重要である。

a. ビタミン B₁₂ および葉酸測定

従来、B₁₂ と葉酸の測定はそれぞれの結合蛋白への競合反応を利用した RI 法が行われたが、近年化学発光法が開発されバイエルメディカルなどから販売されている。このため現在わか国では RI 法用の試薬の入手はできない。

バイエルメディカル社のケルミム ADVIA Centaur と、専用試薬のケルミム ACS-ビタミン B₁₂ と ACS-葉酸 II を用いて測定したビタミン B₁₂ と葉酸の**参考基準範囲**は、それぞれ 233~914 pg/ml, 2.3~9.7 ng/ml である。また、ビタミン B₁₂ と葉酸欠乏症の病因分類を表 4-30 に示した。

b. ビタミン B₁₂ 吸収試験

Shilling (1953) により報告された B₁₂ 吸収テストは、まず ⁵⁷Co 結合 B₁₂ を投与して吸収の良否を検査し、次に ⁵⁷Co 結合 B₁₂ と内因子を同時に投与して吸収改善の程度を判定する。後者 ⁵⁷Co 法と努力を要する。その後の (1963, 1965) は (1965) をとり、ヒト胃液結合型 ⁷⁵Co-B₁₂ と遊離型 ⁵⁸Co-B₁₂ を同時に投与する二重標識アイトープ法が考案され、一般に用いられるようになった。しかし、現在わか国では試薬の入手はできない。

原理 ヒト胃液結合 ⁷⁵Co-B₁₂ カプセルと遊離 ⁵⁸Co-B₁₂ カプセルを同時に経口投与し、その後 2 時間以内に多量の非放射型 B₁₂ を筋注して血漿や肝臓の B₁₂ の結合部位を飽和する。

表 4-30 ビタミン B₁₂ と葉酸欠乏症の病因分類

ビタミン B ₁₂ 欠乏症	ビタミン B ₁₂ 摂取不足	菜食主義者, 慢性アルコール中毒者
	ビタミン B ₁₂ 吸収障害	内因子欠乏 悪性貧血 (成人および先天型) 胃切除 (全摘, ときに部分切除) 胃粘膜を破壊する病変 (胃癌性腫瘍, 腐食剤の嚥下など) 小腸の病変 吸収不良症候群 ① 原発性 ② 統病性 (眼局性小腸炎, 小腸狭窄, 吻合, 切除, 悪性腫瘍, 慢性炎症) ③ キレート剤の投与 ④ 腸内寄生虫, 細菌の競合 (広節裂頭糸虫寄生, 盲管症候群, 小腸虚脱, 狭窄, 吻合) ⑤ 選択的 B ₁₂ 吸収不良 (Imerslund 病)
葉酸欠乏症	葉酸摂取不足	アルコール中毒, 偏食, ヤギ乳哺乳保育, 不適切な調理法
	葉酸吸収障害	吸収不良症候群 ① 原発性 ② 統病性 (胃あるいは腸の切除, 盲管症候群, 吻合, 狭窄, 悪性腫瘍など) ③ 先天性葉酸吸収障害 腸内細菌の競合 胃切除後遺症, 小腸の狭窄, 吻合, 切除など 薬剤による 抗痙攣薬, 抗悪酔薬, 受胎調節剤, 骨髄毒など
葉酸需要増大あるいは利用障害	葉酸需要増大	需要増大 (妊娠, 悪性腫瘍, 白血球, 甲状腺機能亢進症など)
	利用障害	需要増大 (妊娠, 分娩, 溶血性貧血, 悪性腫瘍, 骨髄腫, 感染症, 閉鎖性リウマチ, 甲状腺機能亢進症など) 利用障害 (葉酸拮抗薬, ビタミン B ₁₂ 欠乏, 肝障害, 先天性酵素欠損症など)

経口投与によって腸管から吸収された B₁₂ は、flush out されて腎より尿中に排泄されるから、24 時間の尿中に排泄された ⁵⁷Co と ⁵⁸Co の両種類の放射活性を計測し判定する。

基準範囲と異常値

① ⁵⁷Co, ⁵⁸Co 尿中排泄率 % (M ± SD): 内因子欠乏による悪性貧血の場合は、⁵⁷Co の尿中排泄率は ⁵⁸Co より高値を示し、腸管吸収障害では両者の尿中排泄量は低値を示す。

基準範囲 ⁵⁷Co 21 (12~30) 20 (11~28)

悪性貧血 ⁵⁷Co 10 (5~14) 2 (0.5~5)

B₁₂ 吸収不全 < 4 < 4

② ⁵⁷Co %/⁵⁸Co % 比: 腎機能不全や 24 時間尿を完全に採取できない場合の判定に利用する。⁵⁷Co 比/⁵⁸Co % 比: 0.7~1.4 は正常および腸管吸収障害による B₁₂ 吸収不全, 1.7~1.5 は内因子