

原著

半定量解析によるイムノカードマイコプラズマ抗体キットの有用性の評価*

加藤 彰 一¹⁾

要旨 イムノカードマイコプラズマ抗体(製造元 Meridian, 販売元 TFB, 以下, IC)は操作の簡便性, 迅速性に優れ各国で広く使われているが, 発色反応に濃淡の差が著しく陽性か陰性かの判定に迷うことが多い. この問題を解決するため発色を画像に取り込み, Adobe Photoshop を用いた比色法で数値化した発色度を粒子凝集法と比較することにより半定量解析を試み, IC の有用性を評価した. 陽性・陰性判定のための単一のカットオフ値は得られなかったが陽性尤度比 10 以上, 陰性尤度比 0.1 以下に相当する発色度を求めることができ, 目視による判定図を作成した. この判定図に当てはめると検査症例の半数近くが判定保留域にあり, IC の信頼性が十分でないことが示唆された.

はじめに

肺炎マイコプラズマ(以下, マイコプラズマ)感染症の診断に多く用いられている IC はマイコプラズマに対する IgM 抗体を早期に検出する簡易型 EIA キットであるが, 反応窓の青色の濃淡, さらにコントロールと検体との発色の対比にもかなりのばらつきがあり, 定性法であるため陽性か陰性かの判定に苦慮することが多い. IC を粒子凝集法(以下, PA)と比較して IC の有用性を調べた報告は多いが, どの程度の発色の強さを陽性・陰性の判定基準とするかの検討がされていない.

IC の発色の濃淡が多様性に富むことを利用して, 同一検体で IC と PA とによる測定を同時に施行し IC を Adobe Photoshop による比色法で半定量化し, 数値化した発色の強さと PA 値とを

半定量解析を行うことにより, IC の有用性を評価した.

I. 対象と方法

2003 年 9 月～2006 年 6 月までに発熱, 5 日間以上の咳嗽などの呼吸器感染症状を訴えて当院を受診し, IC と PA でマイコプラズマ感染症を疑われた年齢 8 カ月～15 歳までの小児 125 例(平均年齢 7 歳 3 カ月)を対象とした. このうち胸部 X 線検査を 98 例に施行し, 43 例に肺炎の所見を認めた.

IC は反応終了直後にデジタルカメラで撮影し, Adobe Photoshop に取り込み, CMYK カラーに変換して反応窓の青色発色をスポイトツールで読み取った. スポイトツールに連動する情報パレットに表示される検体のシアン(cyan)インキの使用率(TEST/CONTROL)を検体シアン濃度(%)

* Evaluation of Meridian ImmunoCard Mycoplasma Test with semi-quantitative analysis

Key words: イムノカードマイコプラズマ抗体, 半定量解析, Adobe Photoshop, 判定図

1) 加藤小児科医院 Shouichi Katou
〔〒921-8011 金沢市入江町 1-113〕

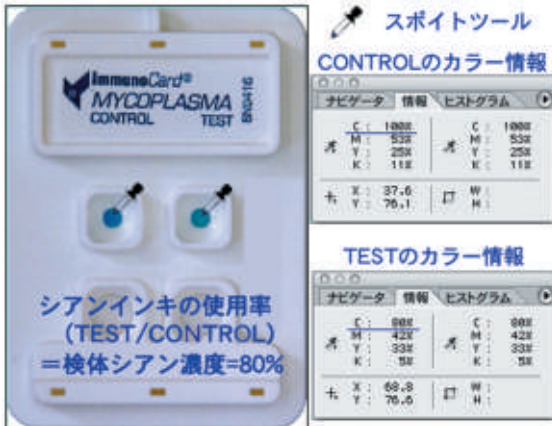


図 1 情報パレットに表示されるシアン (cyan) インキ使用率

右上に CONTROL の, 右下に TEST のインキ使用率 (%) を下線で示す. この場合シアン濃度は 80/100=80%となる.

で表示した (図 1). 反応窓の発色むらは程度の差はあっても大多数の例に認められ, 均一に染まる場合がむしろ少なかった. したがって, 発色むらがある場合には発色の濃い部分で測定した (図 2-a).

ときには検体のシアン使用率がコントロールよりも高いこともあった (図 2-b). ごく少数ではあるが, コントロールのシアン使用率が 60%以下の検体があった. このような検体は再検査するか, 再検査でも発色が弱い場合は検討から除外した (図 2-c).

PA はセロディアーMYCO II (富士レビオ製) で施行した.

ROC 曲線下面積による検定⁹⁾には Stat Flex ver. 5.0 を用いた.

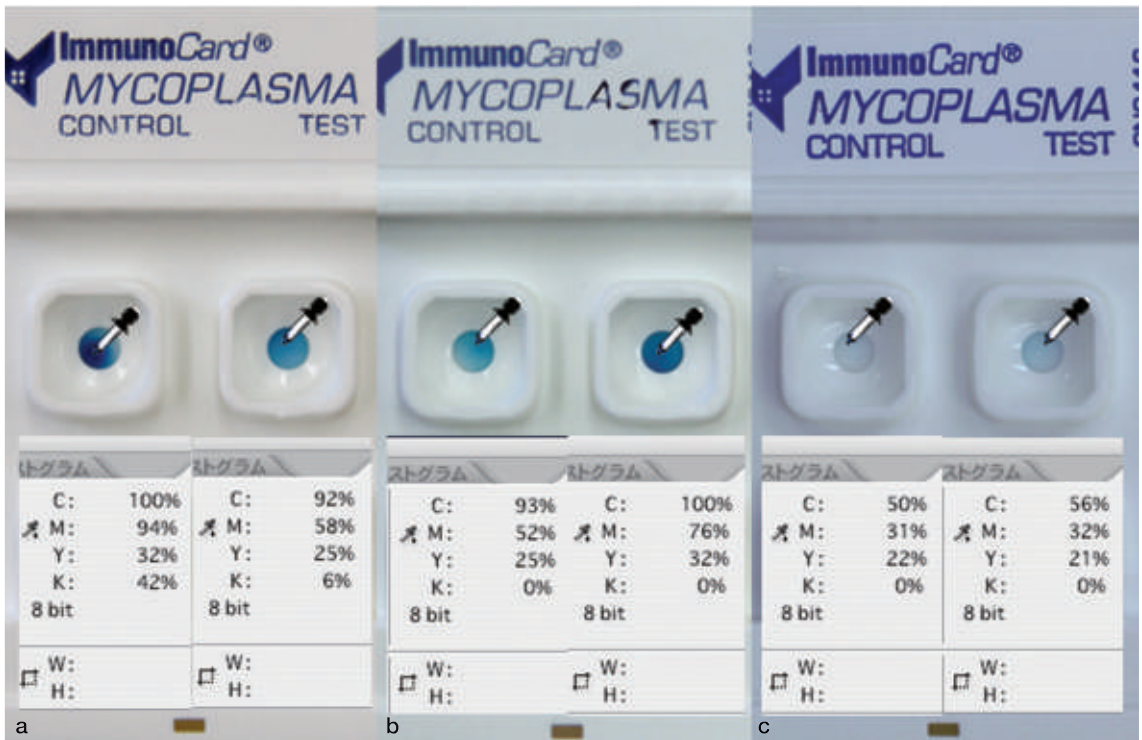


図 2 反応窓の発色のバラツキ

- a : PA×320. 反応窓に発色むらがある場合には発色の濃い部分で測定する.
- b : PA×20, 480. ときには検体のシアン使用率がコントロールよりも高いこともあった.
- c : PA×80. コントロールのシアン使用率が 60%以下の検体は検討から除外した.

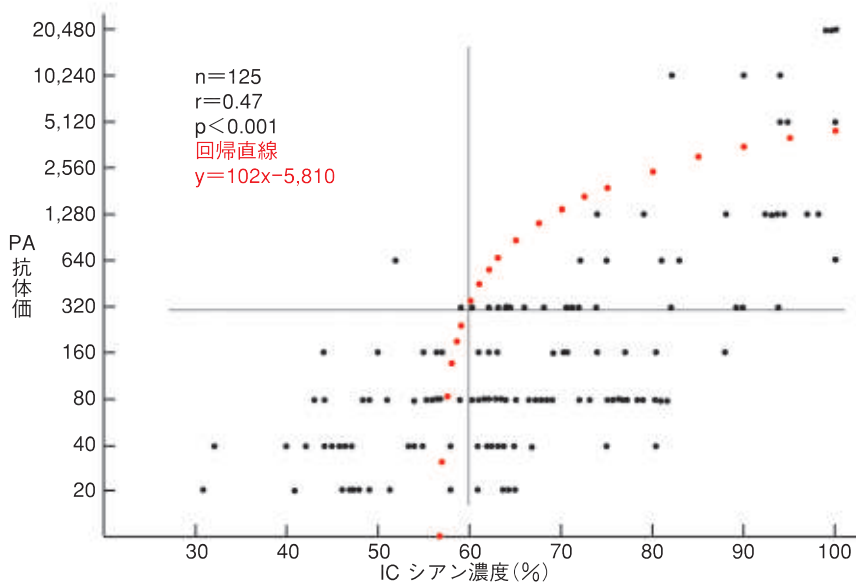


図 3 ICシアン濃度とPA抗体価の散布図

片対数グラフのX軸にICのシアン濃度を、Y軸にPA価をプロットした全例の散布図。グラフ内部の線はIC60%、PA抗体価320倍を示す。PA抗体価が320倍未満でもICのシアン濃度がかなり高い症例が多く、ことにPA抗体価80倍でのシアン濃度が高い例が多い。

II. 結 果

1. 図3は片対数グラフのX軸にICのシアン濃度を、Y軸にPA抗体価(以下、PA価)をプロットした全例の散布図である。両者には中程度の正の相関関係 ($r=0.47$, $p<0.001$) が認められた。しかし、PA価が320倍未満でもICのシアン濃度がかなり高い症例が多く、ことにPA価80倍でのシアン濃度が高い例が多かった。

2. ICのカットオフ値を求めるため通常、一度の採血(単一血清)でマイコプラズマ感染症と診断しようとされるPA価320倍以上をPA陽性、320倍未満をPA陰性と設定し、まず回帰直線とPA価320倍とが交叉するシアン濃度60%を仮のICカットオフ値としてIC60%以上をIC陽性、60%未満をIC陰性として、全例で両者の特性を四分表で評価した(表1)。PA陽性40例中38例がIC陽性(真陽性)であり、感度は95.0%であった。しかしPA陰性85例中48例がIC陽性(偽陽性)であったため、特異度は43.5%であった。陽性尤度比は1.68、陰性尤度比は0.11であった。

表 1 ICの四分表による評価

		PA		合計
		陽性	陰性	
IC	陽性	38	48	86
	陰性	2	37	39
合計		40	85	125

感度	95.0%
特異度	43.5%
陽性反応的中度	44.2%
陰性反応的中度	94.9%
有効度	60.0%
陽性尤度比 (>10)	1.68
陰性尤度比 (<0.1)	0.11

PA価320倍以上をPA陽性、320倍未満をPA陰性、シアン濃度60%以上をIC陽性、60%未満をIC陰性とした。感度は高いが、特異度は低い。

3. 表1の条件では感度は高いが偽陽性が多く特異度が低いので、さらにIC40%、45%、50%、55%、65%、70%、75%、80%、85%、90%、95%でも同様な評価を行った(表2)。感度と特異度の間には損益(bargained)関係があり、単一のカッ

表 2 PA 価 320 倍でのシアン濃度カットオフ値の評価

シアン濃度 (%)	シアン濃度		感度 (%)	特異度 (%)	陽性反応的中度 (%)	陰性反応的中度 (%)	陽性尤度比 (>10)	陰性尤度比 (<0.1)
	C	T						
95%			20	100	100	72.6	∞	0.8
90%			42.5	100.0	100.0	78.7	∞	0.58
85%			47.5	98.8	95.0	80.0	40.38	0.53
80%			57.5	92.9	79.3	82.3	8.15	0.46
75%			62.5	82.4	62.5	82.4	3.54	0.46
70%			77.5	76.5	60.8	87.8	3.29	0.29
65%			82.5	64.7	52.4	88.7	2.34	0.27
60%			95.0	43.5	44.2	94.9	1.68	0.11
55%			97.5	30.6	39.8	96.3	1.4	0.08
50%			100.0	23.5	38.1	100.0	1.31	0
45%			100.0	10.6	34.5	100.0	1.12	0
40%			100	2.4	32.5	100.0	1.02	0

感度と特異度の双方を満たすシアン濃度の単一のカットオフ値は存在しないが、陽性尤度比 10 以上はシアン濃度 80%以上に、陰性尤度比 0.1 以下はシアン濃度 60%未満にある。

C : Control, T : Test

トオフ値で 90%以上の感度・特異度の両方を満足させるシアン濃度は得られなかった。

4. 単一のカットオフ値が得られなかったため、陽性・陰性の 2 つのカテゴリでのカットオフ値を求めた。すなわち確定診断として有用な陽性尤度比 10 以上に相当するシアン濃度と、除外診断として有用な陰性尤度比 0.1 以下に相当するシアン濃度を求めた。表 2 から陽性尤度比 10 以上はシアン濃度 80%以上、陰性尤度比 0.1 以下は 60%未満であった。以上からシアン濃度が 80%以上ならば IC 陽性、シアン濃度 60%未満ならば IC 陰性、シアン濃度 60~80%は判定保留域と判定した。

5. 表 2 を基に IC 反応窓の発色を目視することにより IC 陽性・陰性・保留を判定するためのカラー判定図を作成した(図 4)。判定図による全例の陽性、陰性、判定保留の区分結果を表 3 に示す。全 125 例中 IC 陽性は 29 例、IC 陰性は 39 例、判定保留は 57 例であった。

6. IC と比較する PA 価のカットオフ値として PA 価 320 倍を採用することの妥当性を確認す

るため、PA 価 640 倍、160 倍、80 倍、40 倍を基準としたシアン濃度の評価を PA 価 320 倍と同様に行い、各 PA 価での ROC AUC、陽性尤度比 10 以上と陰性尤度比 0.1 以下とに相当するシアン濃度、PA 陽性例数を表 4 に示した。

PA 価 640 倍の ROC 曲線下面積 (ROC AUC) 0.92 は群を抜いて大きい、単一のカットオフ値として 90%以上の感度・特異度の両方を満足させるシアン濃度は得られなかった。また、PA 価 640 倍の陽性尤度比 10 以上に相当するシアン濃度 80%と陰性尤度比 0.1 以下に相当するシアン濃度 75%との差はわずか 5%であり、目視によるシアン濃度 80%と 75%との識別は困難であった。PA 価 80 倍、40 倍の ROC AUC は近似し標準誤差範囲内であるが、PA 価 80 倍と 40 倍の陰性尤度比 0.1 以下に相当するシアン濃度は計算上 40%未満であり、発色はほとんど白色に近くシアン濃度 40%前後の目視による識別は困難であった。PA 価 320 倍と 160 倍とは陽性尤度比・陰性尤度比、PA 陽性例数が近似しているが、ROC AUC は PA 価 320 倍が 0.84、160 倍が 0.79 であり、PA 価

320 倍が大きかった (図 5).

7. 肺炎 43 例のうち, 陽性尤度比 10 以上に相当するシアン濃度 80%以上かつ PA 価 320 倍以上での真陽性は 10 例, シアン濃度 80%以上かつ

PA 価 320 倍未満の偽陽性は 3 例であった. また非肺炎 82 例のうち真陽性は 11 例, 偽陽性は 4 例であった.

III. 考 察

IC は *Mycoplasma pneumoniae* の体成分を捕捉抗原としてメンブレンに固相化した, 血清中の抗肺炎マイコプラズマ IgM 抗体 (以下, IgM 抗体) を検出する定性的酵素免疫測定法 (ELISA) である. 操作が簡単で, 特別な装置を必要とせず, 採血から 30 分以内に結果を得られるため国内外で広く使われている. カタログに記載されている感度 95.2%, 特異度 100%ならば非常に有用な検査法であるといえる.

IC の有用性について IC と PA 法, 定量的 IgM-ELISA 法, 補体結合反応, 蛍光抗体法などの血清学的診断とを比較して IC が感度, 特異度ともにすぐれ, 早期診断に有用な検査法であるとする報告が多い²⁻⁷⁾. しかし, IC を実施すると反応窓の発色程度はさまざまで, またコントロール窓の発色にもキットごとの違いが認められ, 陽性が陰

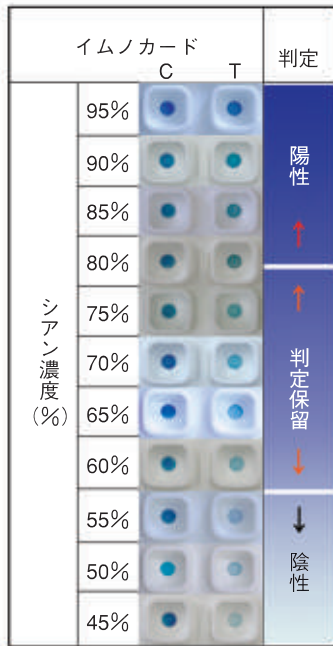


図 4 目視によるイムノカードの判定図

C: Control, T: Test
シアン濃度 80%以上は IC 陽性, シアン濃度 60%未満は IC 陰性, シアン濃度 60~80%は判定保留と判定する.

表 3 判定図による全例の陽性, 陰性, 判定保留の区分

IC のシアン濃度	シアン濃度区分		
	60%未満	60~80%	80%以上
判定	陰性	判定保留	陽性
症例数 (n=125)	39	59	27

表 4 PA 抗体価カットオフ値設定のための評価

	ROC AUC (SE)	陽性尤度比 10 以上のシアン濃度 (%)	陰性尤度比 0.1 以下のシアン濃度 (%)	PA 陽性例数
PA 価 640 倍	0.92 (0.035)	80%以上 (Sn: 79.2%, Sp: 90.1%)	75%未満 (Sn: 87.5%, Sp: 81.2%)	24
PA 価 320 倍	0.84 (0.036)	80%以上 (Sn: 57.5%, Sp: 92.9%)	60%未満 (Sn: 95.0%, Sp: 43.5%)	40
PA 価 160 倍	0.79 (0.039)	80%以上 (Sn: 45.5%, Sp: 94.3%)	50%未満 (Sn: 98.2%, Sp: 27.1%)	55
PA 価 80 倍	0.82 (0.038)	80%以上 (Sn: 30.8%, Sp: 97.1%)	40%未満 (Sn: 100%, Sp: 5.9%)	91
PA 価 40 倍	0.81 (0.052)	65%以上 (Sn: 55.4%, Sp: 92.3%)	40%未満 (Sn: 99.1%, Sp: 7.7%)	112

n=125, SE: standard error, Sn: sensitivity, Sp: specificity

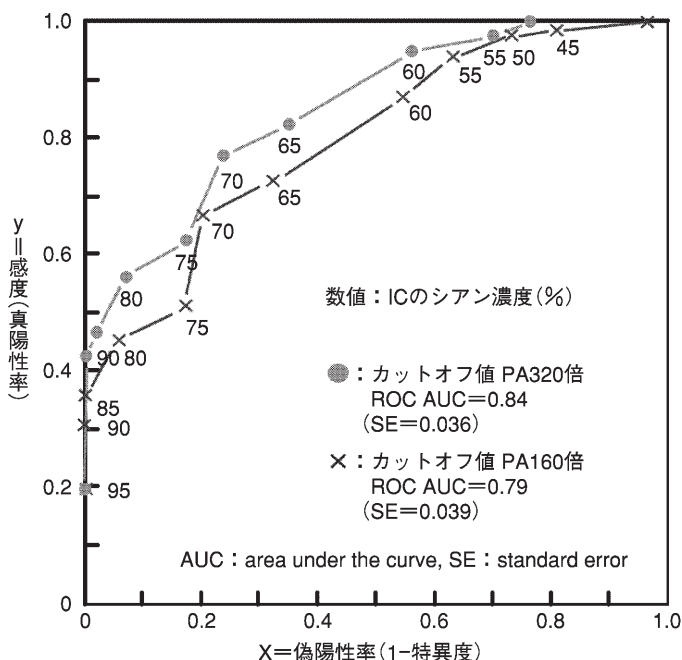


図 5 ROC 曲線 (receiver operating characteristic curve) による検定

性かの判断に苦慮する例に遭遇することが多い。製造元の Meridian の添付文書には、発色が弱くとも青色を呈していれば陽性であると記載されているが、具体的な発色濃度には触れていない。

Matas ら³⁾は IC 陽性例を青色の発色程度の違いにより 1+ (weak intense), 2+ (medium intense), 3+ (very intense) の 3 段階に分け、1+ がセロディアー-MYCO II の 40~1,280 倍に、2+ が 80~2,560 倍に、3+ が 320~2,560 倍に相当し、CF とは 1+ と 2+ が 8~512 倍に、3+ が 16~1,024 倍に相当すると報告した。しかし発色程度の分け方は主観的であり定量的評価はされていない。国内では、小口ら⁸⁾は IC と PA とを比較し、PA 価 320 倍以上を陽性として比較すると感度 92.9%、特異度 96.6%であったが淡い発色の判定保留率が約 11%あったことを、また面家ら⁹⁾は陽性が疑陽性が判断に迷う例が存在したことを報告した。

今回の検討で発色濃度の違いを読み取る方法として Adobe Photoshop を用いたのは、Photoshop が C (シアン)、M (マゼンタ)、Y (イエロー)、

K (ブラック) の使用率 (カラー情報) をリアルタイムに表示する情報パレットの機能を有し、厳密な定量ではなく半定量的目的には分光光度計でなくともこれで十分と考えたためである。IC の撮影にはデジタルカメラに慣れていなかった初期には銀塩フィルムを使ったが、現像やパソコンへの取り込みに手間どるため、レンズ着脱式の中程度のものが入手できるようになってからは専らデジタルカメラを使っている。同一検体を銀塩フィルムとデジタルカメラで比較したが、シアン濃度の違いは認められなかった。慣れれば撮影後 5 分程度でシアン濃度をだすことが可能である。

IC を評価する基準には PCR が最良であるが、開業医としての現状では PCR ではなく血清学的診断法に頼らざるを得なかった。血清学的診断法のうち補体結合反応 (CF) は IgG と IgM を検出するため不適であり、寒冷凝集反応 (CHA) は IgM 抗体を検出するが非特異的である。定量的 ELISA 法は IgM 抗体、IgG 抗体、IgA 抗体をそれぞれ測定できるが、高価な測定機器を必要とするため実地での利用は困難であり、間接蛍光抗体法

(IFA)も同様である。PAはIgM抗体とIgG抗体を検出する^{5,8,11)}という意見に従えばIgG抗体の影響を考慮しなければならないが、Beersmaら¹⁰⁾はPAはIgM抗体のみを検出すると述べ、成田ら¹²⁾もELISA・IgMとPAを比較してPA法が主にIgM抗体量を反映していると述べていることが、PAを基準とした理由である。

PA値のカットオフ値としてROC AUCが最も大きいPA値640倍を除外したのは、本来定性法であるICの半定量解析が陽性尤度比と陰性尤度比の両者を必要とすると考えたからである。すなわち、PA値640倍のROC曲線で感度1、偽陽性率0の左上辺に最も近いシアン濃度80%でさえ満足すべき90%以上の感度と特異度を同時に有していない(感度79.2%、特異度90.1%) (表4)ため、単一のカットオフ値とすることは困難であった。さらに陽性尤度比10以上に相当するシアン濃度80%と陰性尤度比0.1以下に相当するシアン濃度75%との5%の違いを判定図(図4)で目視により識別することは不可能であることが、PA値640倍を除外した理由である。PA値80倍と40倍については、陰性尤度比0.1以下に相当するシアン濃度はいずれも計算上40%未満であるが、発色はほとんど白色に近く、目視でシアン濃度40%前後を識別できないため、PA値80倍、40倍も除外した。PA値320倍と160倍とは陽性尤度比・陰性尤度比、PA陽性例数が近似しているため、ROC AUCが大きいPA値320倍を最終的にPA値のカットオフ値と設定した(図5)。

ROC AUC、陽性尤度比・陰性尤度比はいずれも感度と特異度とを用いた分析であり、今回はあくまでICとPAとの比較の範疇でPA値のカットオフ値を320倍と設定したが、PAと比較する対象がICでなく、例えばPCRならばPA値のカットオフ値は異なると考えられる。山崎ら¹³⁾はNested PCRとセロディアーMYCO IIとを今回の検討と同様な感度、特異度で比較し、血清学的診断にはペア血清が基本であるが、単一血清の場合はPA値160倍または80倍がカットオフ値として有用であると述べている。

ICがマイコプラズマ肺炎の診断に有用かどうかを調べるため、全125例を肺炎群43例、非肺炎

群82例の2群に分け、陽性尤度比10以上に相当するシアン濃度80%以上、かつPA値320倍以上での真陽性例と、シアン濃度80%以上、かつPA値320倍未満の偽陽性例を調べた。真陽性は肺炎群10例、非肺炎群11例、偽陽性は肺炎群3例、非肺炎群4例であり、2群間に有意差を認めなかった。この結果によりIC単独ではマイコプラズマ肺炎の診断がほぼ不可能であることが示唆された。ただし、早期診断に有用とされるICの限界として再感染や年長者ではIgM応答が弱いこと^{3,4,10)}、感染後長期にわたりIgM抗体が検出される場合にはIgM抗体のみによる診断法は偽陽性を招きやすいことを考慮すべきである^{3,12)}。

IC偽陽性に関しては、今回の検討でPA値320倍でのROC曲線の感度1、偽陽性率0である上左辺に最も近いIC70%でも感度は77.5%、特異度は76.5%にすぎなかった(図5、表2)。低特異度の原因はPA値320倍未満でIC偽陽性が多いためであった。

ICをPAを基準として比較したデータでは、岩沢ら¹¹⁾は感度98.3%、特異度51.4%(n=135)と特異度が低く、吉野ら⁶⁾は感度77.8%、特異度81.4%(n=122)と報告し、面家ら⁹⁾は異型肺炎40例中9例に偽陽性例があったことを、成田ら¹²⁾はマイコプラズマ感染症24例中5例がPA値160倍かそれ以下の、急性期単一血清のみでは判断に苦慮するところでIC陽性であったと報告している。

Beersmaら¹⁰⁾はRT-PCRを“gold standard”とするとICは感度48%(n=31)、特異度79%(n=96)であり、特異度では各国で販売されている13種の抗マイコプラズマIgM抗体を検出する血清学的検査法の中で最下位から2番目、ROC AUCは0.64で最下位であり、一方セロディアーMYCO IIのROC AUCは0.83で上位5番目であったと報告した。結局、ICをも含めて抗肺炎マイコプラズマIgM抗体を検出する血清学的検査法では、偽陽性の問題は宿命的なものかもしれない。

片寄ら⁵⁾はマイコプラズマ感染症におけるIC陽性率が発症後1~7日は62.1%、8~14日は96.4%、15~28日には95.8%、29~120日は

100%, 120日～1年までは76.9%, 1年以後では0%であったと報告し, 小口ら⁸⁾も1年近くIC陽性が持続した例があったと報告している. このような偽陽性例の大きな原因としてPAでは陰性とされる低い抗体量をICが検出している可能性をも考慮しなければならない. この問題に対処するにはIgM抗体単独よりも, できればペア血清によるIgM抗体とIgG抗体を測定するほうが診断的意義が高い¹⁰⁾といわれているが, 今回はあくまで通常, 小児科外来で対象となる急性期のIgM抗体を迅速に検出するICの特性をPAと比較することに的をしぼった.

IC偽陽性のもう一つの原因としてPetitjeanら¹⁴⁾はEBウイルス, サイトメガロウイルス, A型肝炎ウイルス, 単純性ヘルペスウイルス, 水痘帯状疱疹ウイルス, 麻疹ウイルス, ムンプスウイルスに対するIgM抗体陽性者, リウマチ因子陽性者, 抗核抗体陽性者においてIgM抗体を検出する市販のELISAキット2種に偽陽性が多かったと報告した. さらにBeersmaら¹⁰⁾は市販のELISAキット12種類において, 上記による疾患以外にインフルエンザA・B, パラインフルエンザ, アデノウイルス感染症, 百日咳, クラミジア肺炎, レジオネラ肺炎, 溶連菌感染症などの疾患でもIgM抗体偽陽性例がかなりあったと報告した. これらの偽陽性をもたらす疾患の多くは小児科外来で珍しいものではない.

今回の半定量解析にはAdobe Photoshopを用いたが, 写真撮影をしてパソコンに取り込み, シアン濃度を求めて判定する非実用的方法は簡便性と迅速性を「売り」とするICにふさわしくないため, 反応窓のシアン発色から目視でIC陽性・陰性・保留を判定する判定図を作成した(図4). 陽性尤度比10以上に相当するシアン濃度80%以上をIC陽性, 陰性尤度比0.1以下に相当するシアン濃度60%未満をIC陰性, シアン濃度60～80%を判定保留域とした. この判定図に当てはめると, 今回の検討対象125例中IC陽性は29例, IC陰性は39例, 57例は判定保留であった(表4). このように検査症例の半数近くが判定保留域にあったことは, ICの信頼性が十分でないことを示している. しかしみかたを変えれば, ICの特性と限界を

考慮して判定保留域の取り扱いに注意するならば, 半数強は陽性・陰性かの判定が可能であり, 何よりもICの特徴はその簡便性と迅速性であろうと考えられる.

謝辞: 稿を終えるにあたり, ご助言・ご高閲を賜りました正木明夫先生(正木医院), 文献検索にご尽力いただいた金沢大学小児科学教室, 粒子凝集法(PA)を施行していただいた石川県医師会臨床検査センターに深謝いたします.

本論文の要旨は第288回日本小児科学会北陸地方会(2006年12月, 富山市)において発表した.

文 献

- 1) Hanley JA, et al: A method of comparing the areas under receiver operating characteristic curves derived from the same cases. *Radiology* 148: 839-843, 1983
- 2) Alexander TS, et al: Performance of Meridian ImmunoCard Mycoplasma Test in a multicenter clinical trial. *J Clin Microbiol* 34: 1180-1183, 1996
- 3) Matas L, et al: Evaluation of Meridian ImmunoCard Mycoplasma Test for the detection of *Mycoplasma pneumoniae*-specific IgM in paediatric patients. *Scand J Infect Dis* 30: 289-293, 1998
- 4) Watkins-Riedel T, et al: Comparison of SeroMP IgA with four other commercial assays for serodiagnosis of *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia. *Diagn Microbiol Infect Dis* 40: 21-25, 2001
- 5) 片寄雅彦, 他: マイコプラズマ感染症診断におけるIgM抗体検査の有用性とその限界. *日小児会誌* 108: 753-756, 2004
- 6) 吉野弥生, 他: 抗マイコプラズマIgM抗体迅速診断検査の有用性と注意点について. *小児科臨床* 58: 1071-1074, 2005
- 7) Dunn JJ, et al: Rapid detection of *Mycoplasma pneumoniae* IgM antibodies in pediatric patients using ImmunoCard Mycoplasma compared to conventional enzyme immunoassays. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis* 23: 412-414, 2004

- 8) 小口 学, 他: 肺炎マイコプラズマ IgM 抗体迅速測定キットの意義. 小児科 45: 656-661, 2004
- 9) 面家健太郎, 他: マイコプラズマ肺炎早期診断における抗マイコプラズマ抗体迅速キットの有用性に関する検討. 小児科臨床 57: 2117-2122, 2004
- 10) Beersma MFC, et al: Evaluation of 12 commercial tests and the complement fixation test for *Mycoplasma pneumoniae*-specific immunoglobulin G (IgG) and IgM antibodies, with PCR used as the "gold standard". J Clin Microbiol 43: 2277-2285, 2005
- 11) 岩沢篤郎, 他: 抗マイコプラズマ IgM 抗体の迅速検出. JARMAN 10: 91-95, 1999
- 12) 成田光生, 他: 小児マイコプラズマ感染症診断における迅速診断キットの有用性. 感染症学雑誌 77: 310-315, 2003
- 13) Yamazaki T, et al: Comparison of PCR for sputum samples obtained by induced cough and serological tests for diagnosis of *Mycoplasma pneumoniae* infection in children. Clin Vac Immunol 13: 708-710, 2006
- 14) Petitjean J, et al: Evaluation of four commercial immunoglobulin G (IgG)- and IgM-specific enzyme immunoassays for diagnosis of *Mycoplasma pneumoniae* infections. Pathologie Biologie 50: 530-537, 2002

(受付: 2006年9月27日, 受理: 2006年12月5日)

* * *