

進歩する21世紀の血液ガス分析装置を臨床現場で使いこなすために ～ Tips and Pitfall ～

大阪府立泉州救命救急センター検査室

福田 篤久¹⁾ FUKUDA Atsuhisa.

久保田芽里²⁾ KUBOTA Meri

石田 浩美³⁾ ISHIDA Hiromi

伊東 宏美³⁾ ITO Hiromi

1) 検査室技師長 2) 同主任技師 3) 同技師

KEYWORDS

救急医療, POCT (Point of care testing : 臨床現場即時検査), 緊急検査, 血液ガス分析

【はじめに】

我々臨床検査技師は、経験を積むにしたがって“より速く、より正確に”という言葉の重要性を認識するようになってくる。特に“より速く”は、救急患者や病態が急変した重篤な患者に対して適切な対応をするために実施される緊急検査と密接に関連する¹⁻⁴⁾。そしてここでは、その緊急検査⁵⁾の一つとして数年前より臨床検査関連学会などでよく耳にし、現在急速に発展している、POCT (Point of care testing) システム⁶⁻⁸⁾を、血液ガス分析装置の使いこなしと関連づけながら紹介する。また、システムとしてのPOCTは、コスト以上に患者にとって利用価値の高いものであることも付け加え、各科臨床医に広くPOCTの理解と実施、さらに啓発を目的として述べることにする。

【POCTとは・・・?】

POCTという言葉は1991年、Robert C⁹⁾や Jackson O¹⁰⁾が初めて使ったと記憶しているが、迅速かつ正確な緊急検査結果の必要性が日増しに高まっている集中治療や救急領域では、ごく最近になって雑誌や学会でこの言葉を耳にするようになった。このPOCTは小型の分析装置や移動が容易に行える機器を用いて、患者の近くすなわち病室や診察室・手

術室など治療やモニタリングが実施される場所で行われる検査でありBedside testingやNear patient testingとも呼ばれており、検体の検査室への搬送を省略し、検査の待ち時間を大幅に短縮することによって検査データをより速く患者に反映させることを目的としている。そのため、日本臨床検査自動化学会(中井利昭会長)では、2003年にPOC推進委員会(松尾収二委員長)を立ち上げ、講演会・セミナー・出版物を通して、POCTの有用性や問題点を理解する機会を提供し、POCの発展に取り組んできた。さらに、日本臨床検査自動化学会POCガイドラインでは、POCTの和名として「臨床現場即時検査」を用いることが提唱されているように、あくまでも臨床現場で行われることがPOCTのひとつの重要なポイントである。したがって、いくら簡易迅速検査であったとしても離れた検査室で実施され、検体の運搬や結果報告に時間の要するものはPOCTとは言えない。また、使用する分析装置の大きさや重量により、POCT対応機種と決めつけてはならない。仮に、POCT対応機種を使用したとしても、上記有用性が認められない場合はPOCTではない。

【臨床現場におけるPOCTの起源】

従来POCTという言葉は使われていなかった

たものの、それに該当する検査は相当以前より行われていたようで、1980年代前半の救急医療では、すでに今のPOCTの原形があったように思われる。それは集中治療室（ICU）のすぐ横の部屋に血糖・電解質・血液ガスの3台の分析機が置かれ、看護師や研修医が患者の急変時や人工呼吸器の条件変更時、また処置の前後など必要に応じて検査を行っていた。さらにベッドサイドでは、看護師がスティックタイプの尿試験紙を用い尿糖やケトン体をチェックしていた。これらは、救急医療におけるPOCTの始まりであったのではないだろうか。そして1980年代中頃にもなれば、血液ガスと同時に血糖や電解質も測定可能となり、1990年代中頃になるとPOCT専用の機器として小型軽量化やキット化がめざましく発展した。測定項目も従来の血糖・電解質・血液ガスに限らず凝固線溶・薬毒物・心筋マーカー・腫瘍マーカー・感染症等の項目が加わった。これらの発展は、まさしくセンサー技術の開発と装置の小型化に依存するものである。したがって、これは臨床検査における clinical utility（臨床的効率）が、医療およびその経済的観点から即座に診療に反映させることの出来る検査として注目されている。

【緊急検査とPOCTの共通点】

我々検査技師がPOCTに取り組んできた内容の大半は時間短縮であった。要するにこれは、Turn Around Time（TAT）の短縮のみに固執したものであり、POCTの本質とは少しかけ離れているように思われる。これは検査側からみた治療を段階的に分けると理解しやすい。

治療には、検査の依頼から結果が出るまでの時間、結果が出てから医師により治療が開始されるまでの時間、治療を開始してから成果が出るまでの時間がある。POCTが直接関係するのは、検査の依頼から結果が出るまでの時間だけではなく、その結果をもとに医師が治療を開始するまでの時間である。したがって、POCTは測定結果が出るまでの迅速性を論じるのではなく、その迅速性がいか

に治療や処置に活かされるかにある。このことは、緊急検査の基本的理念のひとつである“検査結果を直ちに治療に反映させる”と共通するところである。さらに、他の基本的理念とPOCTを照合してみると、第1の“治療の流れのなかに緊急検査を組み入れる”では、POCTは治療に対して必然的かつ能動的に発生するものであるから、決して治療の流れを妨げるものではない。またPOCTは、患者の急変時などに積極的に施行されるべきもので、第2の無駄な検査項目を選択することもなく第3の検査目的も明確である。第6のデータ評価については瞬時に吟味されたうえで、臨床に活かされていると考えられる。そして、一般臨床検査に加え緊急検査に求められる a. 迅速性 b. 簡便性 c. 24時間リアルタイムに稼働可能 d. ベッドサイドで行える e. 反復施行が可能など、a～eのすべての条件がPOCTの成果を高める条件に一致する（表1）。

以上、緊急検査とPOCTの共通点を照合した結果、POCTは従来からある緊急検査とほぼ同等の意をなし、患者の近くで行われるためTATの短縮が顕著であることから、緊急検査の中でも超緊急検査に位置づけられるべきであると考えられる。

表1 緊急検査に求められる条件と基本理念

<p>A. 一般臨床検査に加え緊急検査に求められる条件</p> <ul style="list-style-type: none"> a. 迅速性 b. 簡便性 c. 24時間いつでも行える d. ベッドサイドで行える e. 反復施行が可能 <p>B. 緊急検査の基本理念</p> <ul style="list-style-type: none"> 1. 治療の流れのなかに緊急検査を組み入れる 2. 無駄な検査を極力避ける 3. 検査の目的を明確にする 4. 検査結果を直ちに治療に反映させる 5. 検体の保存を行う 6. 得られたデータの評価をする
--

【POCTが有効な施設と部署】

1990年頃アメリカでPOCTという言葉が誕生した時期は、確かに経済効率重視の考え方だったかもしれないが、現在の日本では経済的な要素より治療の一端として発展しているようである。治療の一端としてのPOCTは、規模の大きな大学病院より中小規模の病院、中小規模の病院より救急指定病院や救命医療の現場でその重要性が認められている。中でも救急外来やICUでは、刻一刻変化する病態に対応しなければならないためPOCTの持つ迅速性が必須となる。そもそも救急医療は、瞬時の判断により治療が決定される分野である。したがって、検査結果の提供も迅速かつ的確であることは必然的であり、さらに付け加えるならICUなどで管理されている重症患者にとって処置の遅れはとりもなおさず死を意味するのである。この事は、技師による中央検査部や検査室で行なわれる緊急検査から医師や看護師がベットサイドで行う超緊急検査としてのPOCTへ移行した要因の一つでもあると思われる。

【救命救急医療におけるPOCTの位置付け】

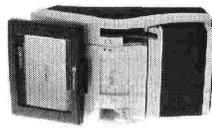
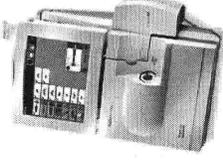
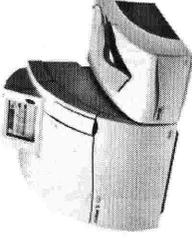
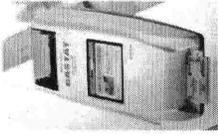
そもそも救急医療は、すべての医療行為において迅速性が求められ、瞬時の判断により治療が決定・開始される分野であるが、特に患者搬入時や急変時などの急性期における緊急検査の優先順位を考える場合、まず重視すべきは“重症度”ではなく“緊急度”である。緊急度とは生命を脅かす危険性の強度であり、時間的な要素を重んじた尺度でもある。さらに、緊急度は生理学的徴候から病態を把握することにより得られるものである。

人は、気道を介して大気中の酸素を肺（ガス交換）に取込み、心臓のポンプ作用（循環）により全身に酸素を供給する一連の仕組みにより生命を維持している。特に脳（中枢神経）への酸素供給が維持されることで呼吸・循環・体温を介する生命の輪が形成されている。この輪において、どの部分が障害を受けても直ちに生命維持は困難となる。したがって、救急医療においてまず最初にやらなければなら

ないことは、いかなる患者においてもこの“生命維持の輪”の確認である。そして、もしこの“生命維持の輪”が障害を受けていると判断された場合は、直ちにこの連鎖を立て直さなければならない。したがって、緊急検査の優先順位も酸素の流れに従った項目が優先されるべきであり、この時期に必要な優先順位の高い検査は、動脈血血液ガス分析（ABG）や血糖・電解質・血算・出血源検索のための超音波検査・輸血を考慮した血液型判定検査などである。中でも、ABGによる肺胞換気能や酸素化能・血糖測定による低血糖の有無¹¹⁾・超音波による体内血液貯留の確認は治療方針決定のために職種に関係なく迅速に実施されなければならない。緊急検査やPOCTシステムに対応可能な機器¹²⁾が最も有効に活用される「場」でもある。また、最近のABG機器（表2）はPOC対応機種でありながら、ABG項目以外に血糖や電解質が同時に測定可能な機種が増え、超音波測定機器においても小型軽量化が進んでおり、この両者はPOCT組み立てには欠かせない必需品となってきている。

また、災害発生時には、病院機能が日常と同様に維持されている場合と部分的に維持されている場合、あるいは全く病院機能が失われる場合がある。この病院機能は、電気・水道・ガス・通信などのライフラインの被災状況により大きく影響されるものである。では、通常の救急医療と災害医療は何が違うのであろうか……。普段は、搬送されてきた少人数の患者に病院はありったけの医療資材（医師や看護師などの人材や治療時間・医療設備・薬など）を注ぎ込む。ところが災害時にはその医療資材を上回る患者が次々運び込まれる可能性があり、院内はあっという間に医療資材不足によるパニックに陥るわけである。もちろん、臨床検査用試薬や輸血関連医療資材も例外ではない¹³⁾。さらに災害では、大地震や風水害・交通機関の重大事故・大火災や爆発事故など多数の外傷患者が発生すると想定される。しかし、日常でも重症外傷患者や多発外傷患者、また複数の外傷患者に有効な医療を迅速に行う事は簡単なことではない。ましてや多数の患者が同時に発生する

表2 POC対応ABG機器比較表

機種名	ABL90 FLEX	Rapid Point 405	Cobas b 121	GASTAT-navi
販売元	ラジオメーター(株)	シーメンスヘルスケア・ダイアクノステイクス(株)	ロシュ・ダイアグノスティックス(株)	(株)テクノメディアカ
写真				
サイズ (W×D×H) mm	250×290×450	300×420×550	354×410×467	250×120×96
重量 (kg)	約11kg	18.0kg (カートリッジ抜き)	約17kg	約1.4kg
測定時間 (全項目)	35秒	60秒	約50秒	約45秒
サンプル量 (ノーマルモード)	65 μl	200 μl	68 μl	200 μL
サンプル導入方式	自動吸引	自動吸引	自動吸引	カードに注入
測定項目				
血液ガス	pH, pCO ₂ , pO ₂	pH, pCO ₂ , pO ₂	pH, pCO ₂ , pO ₂	pH, pCO ₂ , pO ₂
電解質	Na, K, Ca, Cl	Na, K, Ca, Cl	Na, K, Ca, Cl	Na, K, Ca
代謝項目	Glu, Lac, tBil	Glu		
オキシメトリー	tHb, sO ₂ , O ₂ Hb, COHb, MetHb, MetHb, HHb, HbF	tHb, sO ₂ , O ₂ Hb, COHb, MetHb, HHb	t Hb, sO ₂	Hct
演算パラメーター (項目数)	49項目	8項目	最大26種類	
消耗品の種類	センサーカセット, 溶液パック	測定カートリッジ, 洗浄/排液カートリッジ	Call溶液, Cal2溶液, C3溶液, 電極	センサーカード
メンテナンス				
毎週		洗浄カートリッジの交換が10日 or 250サンプル毎)		
2週間毎			Call, Cal2溶液交換, 電極の洗浄	
1か月毎	センサーカセット, 溶液パックの交換	測定カートリッジの交換, オートQCカートリッジの交換 (28日毎)	C3溶液交換	
3か月毎	tHbキャリブレーション			
適時			半年: O ₂ 電極の交換 9か月: K, Cl電極の交換 12か月: pH, CO ₂ , Na, Ca, Ref電極の交換	測定毎に, センサーカード交換

災害時には外傷診療は極めて困難となり、行き当たりばったりの診療では、とうてい良好な結果は望めず、科学的根拠にのっとった合理的な診療手順と平時からの習熟が必要となる。災害発生時の検査は、複数患者の同時搬入・情報の錯綜・少ないスタッフという劣悪な環境であり、混乱を来す病院状況下において迅速性・正確性を両立させるためには必要最小限の検査項目を選択することと優先順位の設定、さらに医療過誤を未然に防ぐためのリスクマネジメントの構築が重要な課題となる。したがって、ライフラインの可動状況なども加味しPOCT対応機器などを上手く利用し、できる限りsimple & minimumに構成することが重要である¹⁴⁾。

【POCTは誰が行うべきか】

我々にとって、POCTは緊急検査、中でも患者の予後にかかわる超緊急検査と理解していることはすでに述べた。したがって当センターのICUで実施されているPOCTの大部分が、常に患者のそばにいる看護師を中心に医師、研修医により実施されており、我々検査技師がPOCTにかかわることは少ない。特に看護師・医師・研修医によるPOCTは、検査室の勤務者が一人になる夜勤帯で重要となり、患者の急変に対して、当直検査技師による検査とTATに大きな差を生じ、患者の予後に影響することも考えられる。また、看護師によるPOCT実施のメリットは、従来医師の判断でしか得られなかった情報が看護の立場からも自由に入手できるため、看護業務の展開が迅速かつ質的に厚みを増すと予測される。仮に検査技師による測定が常時可能であったとしても、看護師自らが検査の必要性を判断する姿勢が必要である。POCTを例にとって述べるなら、看護師は医師が気付きにくい異常の早期発見に努め、医師は看護師を信じて自由に測定を許可し、検査技師は機器が常にベストの状態に測定できるよう保守管理に努めるといった構図が出来上がる。ただし、測定業務が検査技師から医師や看護師に移行しただけという状況は避けるべきである。こうしたPOCTの構図により得られた測

定結果は、前回値チェックを中心に管理し、異常値やパニック値については治療や処置を優先しつつ、同時に我々の検査室において確認のための再検査を施行している。このような連携から出た検査値を医師が治療に活かすことにより、POCT体制と治療体制に新たな展開を促す可能性が生まれるのではないだろうか。現にPOCTを導入したことにより、測定所要時間の短縮という本来の目的だけでなく、新生児輸血の減少やベンチレータからの早期離脱、ICU、CCUの滞在期間の短縮、看護業務の改善と質的向上が得られたと報告する施設もある。

【POCコーディネータ (POCC)】

POCCはPOCTに関連する種々の事項に対してマネジメントを行う職種であるが、病院全体は言うに及ばず臨床検査室内においても“POCT”という言葉の認知度は低い。しかし、日々確実にPOCTに該当する行為は行われており、誤ったPOCTの実施で検査値が誤解され、よりいっそう日常業務が増えることにつながりかねない。こういった問題を解決するためにも、積極的にPOCTに関わることができる人材の育成は急務と考えている。POCTの適切な実施方法を医師・看護師へ適切に指導することで検査過誤を回避し、正確な分析結果を得ることができるようにするにはPOCCの力が重要であることは言うまでもない。さらに前述のPOC推進委員会では、今後、このPOCTの管理運営が臨床検査部における業務拡大の礎となるよう2005年よりPOCコーディネータ (POCC) 認定制度を発足させた。これは、我が国におけるPOCC育成の第一歩として、POC推進委員会の認める研修会やセミナーに参加し、所定の単位を取得した者には日本臨床検査自動化学会と日本臨床衛生検査技師会よりPOCC研修修了書が授与されるというものである。

【まとめ】

緊急検査の一つとして、現在急速に発展しているPOCTシステムを紹介した。また、システムとしてのPOCTはコスト以上に患者に

として利用価値の高いものであることも付け加え、各科臨床医に広くPOCTシステムの理解と実施、さらに啓発を目的として述べた。POCT対応試薬・キットの操作は簡単であるが、液状試薬のように安価で大量に製造できないため高価格であり、検査のコストがウイークポイントになっている。どんなに優れた試薬やキットであっても、実際の診療コストに見合ったものでなければ実用的であるといえない。しかし、POCT対応試薬・キットは高価であることを補って余るほどの利用価値があるため、自施設のPOCCまたは検査部と話し合いの上、最も条件に適したものを選択し、有効で価値あるオリジナルな利用方法を考案しPOCTの運用と普及に役立てていただければ著者らの喜びである。

【引用文献】

- 1) 福田篤久, 石田浩美, 久保田芽里 ほか: 救急医療に携わる臨床検査技師の役割－緊急検査における迅速性とは－. 大阪救急, 57: 33-35, 1988
- 2) 福田篤久: 第三次救急医療における緊急検査－その使命と心構え－. 検査と技術(増刊号), 27: 817, 1999
- 3) 福田篤久, 石田浩美, 久保田芽里 ほか: 救命救急センターにおける臨床検査－迅速報告を目指した裏技－. Medical Technology, 30(4): 417-421, 2002
- 4) 福田篤久, 石田浩美, 久保田芽里 ほか: 救急医療における技師による臨床支援－迅速な報告をするために何をすべきか－. 医療と検査機器・試薬, 25(5): 388-393, 2002
- 5) 小林国男: 緊急検査の目的・意義. 救急医学, 15(11): 4-8, 1991
- 6) NCCLS Approved Guideline: Point-of-care In vitro diagnostic (IVD) Testing. AST 1: 2-A, 1999
- 7) 福田篤久, 石田浩美, 久保田芽里 ほか: 第三次救急医療におけるPOCTの有用性について. 臨床病理, 477: 1113-1118, 1999
- 8) 福田篤久, 石田浩美, 久保田芽里 ほか:

救命救急センターにおけるPOCTの位置づけ－POCTと緊急検査は違うのか－. JJCLA, 27(2): 107-110, 2002

- 9) Robert C, Rock RC: Why testing is being moved to the site of patient care. Med Lab Obs, 23: 2-6, 1991
- 10) Jackson O, Pemberton JO: The role of the laboratorian on the critical care. Med Lab Obs, 23: 16-20, 1991
- 11) 久保田芽里, 福田篤久: 救急領域における初療時血液ガス血糖同時測定の意味検査と技術 32: 69-71, 2004
- 12) 福田篤久, 増田詩織, 久原巻彦: 今後の緊急検査を支える分析機器. 生物試料分析 49: 349-352, 2005
- 13) 久保田芽里, 櫛引健一, 福田篤久: 災害時におけるPOCT 3.臨床検査技師による支援. 医療と検査機器・試薬 31: 465-467, 2008
- 14) 福田篤久, 久保田芽里, 石田浩美, 他: 人為的災害とPOCT－その時, 検査技師として何が出来るか－ 4.複数患者の同時搬入に備えた検査を考える. 医療と検査機器・試薬 32: 143-146, 2009