

血液細胞画像ファイリングシステム「LAFIA」を用いた Telehematologyの試み

三ツ橋雄之, 川合陽子, 荒井智子, 清水長子, 渡辺清明

慶應義塾大学医学部中央臨床検査部：東京都新宿区信濃町35番地（〒160-8582）

SUMMARY

病理検査では既にTelepathologyの検討が進められてきているが、血液検査の分野では電子画像を用いた診断や診療支援は未だ一般的ではない。しかし血液検査にもTelemedicineを応用することにより血液細胞画像を利用した病院内における診療支援や病院間での診断支援の実現が期待される。我々はシスメックス社の血液細胞画像ファイリングシステム「LAFIA」を用いてTelehematologyの検討を進めている。病院内ネットワークを利用したTelehematologyでは、これまで検査室内での利用に留まりがちであった血液細胞形態の所見が、院内の様々な場所で利用可能になり、検査部から臨床側へ向けての診療支援につながるものと思われる。一方、病院間にネットワークを構築することにより血液細胞画像の転送が可能となる。血液を専門とする臨床検査技師や血液専門医のいない病院ではこれらのネットワークを利用することによって基幹病院の技師や医師に血液細胞形態についてのコンサルテーションを画像によって行うことができるようになる。特に遠隔診断としての画像コンサルテーションの実現は、血液疾患の診療に大いに役立つことが期待される。今後のネットワーク環境の整備や患者情報の保護に関する検討が進むことによってTelehematologyの更なる発展が期待されるものと考えられる。

Key Words

Telehematology 画像コンサルテーション 遠隔診断
血液細胞画像ファイリングシステム LAFIA

はじめに

血液検査は病理検査とともに形態学を基本とする検査部門であり、末梢血塗抹標本及び骨髓塗抹標本の評価は血液疾患をはじめとする疾患の診断に不可欠である。しかし形態学的診断は熟練を要し、血液検査においても正確な診断を行うには血液を専門とする臨床検査技師や臨床検査医、血液専門医の存在が必須である。病理検査では既にTelepathologyの検討が進められてきているが、血液検査の分野では電子画像を用いた診断や診療支援は未だ一般的ではない。しかし血

液検査にもTelemedicineを応用することにより血液細胞画像を利用した病院内における診療支援や病院間での診断支援の実現が期待される。我々はこれらの試みをTelehematologyとして有用性の検討を進めている。

Telehematologyに期待されるもの

臨床検査の中で血液細胞形態の評価は血液疾患をはじめとする疾患の診断に重要な役割を果たすが、血球計数(以下CBC)や生化学検査などの数値データとは異なり、細胞形態を客観的なデータとして臨床側に

報告することは困難であった。末梢血塗抹標本及び骨髓塗抹標本上の血液細胞を CCD カメラを用いて電子画像として取り込むことにより顕微鏡上の血液細胞像をコンピュータ上で扱うことが可能となるが、これらの血液細胞画像をデータベースとしてファイリングするとともにネットワーク上に公開することによって、データベース上の血液細胞画像を自由に検索することや、ネットワークを利用して参照することが可能となる。外来・病棟などの診療の現場に設置された診療用の端末から CBC のデータだけでなく血液細胞の形態を参照することができれば臨床医はこれまでよりも容易に患者の血液細胞形態を把握することができるようになる。また、症例検討会などにおいてもデータベース上の画像を用いることによって、カラースライドを作成するなど手間なく症例のプレゼンテーションを行うことが可能となるだけでなく、再発症例における初診時の画像なども自由に検索して比較参照することができるようになる。その他にも、画像による保存であるため標本スライドやカラースライドなどと異なり褪色の心配がなく、また保管場所の問題もない。一方、血液細胞画像を病院間でネットワークを経由して参照できる環境を構築することにより、血液を専門とする医師や臨床検査技師のいない病院であっても、基幹病院の医師や臨床検査技師に血液細胞画像を見てもらい意見を聞くことが可能となり、画像を利用した診断も可能となると考えられ

る。画像とネットワークを利用した遠隔診療支援は、これまで標本を郵送するなどして行われていたコンサルテーションなどに比べて比較的簡便で迅速に行えるものであり、有用性が高いものと期待される。

慶應義塾大学病院中央臨床検査部における検討

当院ではシスメックス社の血液細胞画像ファイリングシステム「LAFIA」(図 1)を用いて Telehematology の検討を進めている。病院内ネットワークを構築し病院内での利用を進めているが、病院間ネットワークの試みとして画像コンサルテーションの検討も行っている。

1. 装置

シスメックス社の血液細胞画像ファイリングシステム「LAFIA」は LAFIA サーバと LAFIA クライアントから構成されるシステムであり、データベースサーバ及び Web サーバとしての機能を有する LAFIA サーバ上に血液細胞画像を取り込むことにより血液細胞画像データベースを構築する。取り込まれた血液細胞画像は LAFIA クライアントから参照するとともに、ネットワークに接続された端末から Web ブラウザを用いてデータベースにアクセスし、血液細胞画像を参照することが可能である。画像の取り込みは LAFIA クライアントに接続された CCD カメラを取り付けた顕微鏡より行う。LAFIA で

LAFIAサーバ (Webサーバ・DataBaseサーバ)



LAFIAクライアント



図 1. 血液細胞画像ファイリングシステム「LAFIA」



図 2 . LAFIA 画像一覧画面

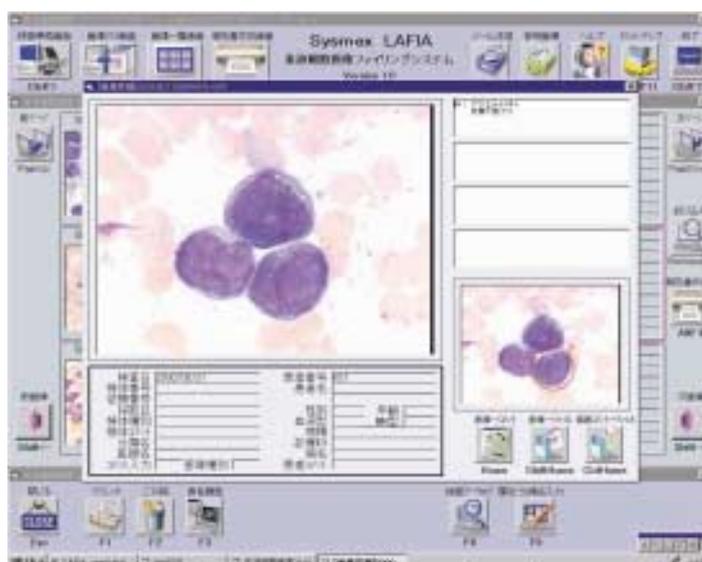


図 3 . LAFIA 画像詳細画面

取り込まれる画像は640×480ドットの解像度であり、BMP形式あるいはJPEG形式にて保存される。JPEG形式では圧縮率を高・中・低の3段階に設定することができ、JPEG低圧縮の設定では約50,000枚の血液細胞画像を保存することが可能である。記憶容量を超えた場合には画像は外部記憶装置にバックアップされており、必要に応じて参照することができる。LAFIAでは画像とともに患者属性やCBC、白血球百分率、ミエログラムなどの結果を保存することができ、画像に対するコメントを記録することも可能である。

2 . 血液細胞画像データベースの構築

当院では、血液疾患初診症例の骨髄塗抹標本を中心として、重要症例、典型例などの骨髄及び末梢血塗抹標本から血液細胞画像の取り込みを行い、血液細胞画像データベースの構築を進めている(図2,3)。患者情報や検査データを必要に応じて画像とともに保存し、データベース利用時に臨床情報を参照できるようにしている。データベース上の血液細胞画像は検索が自由に行えるため、患者ごとに、あるいは疾患・病型ごとに必要とする画像を容易に抽出する事ができる。これにより

過去の症例の血液像や骨髄像の参照が容易になり、再発症例では初診時の細胞形態との比較などをこれまでよりも容易に行うことができる。画像の取り込みはJPEG低圧縮の設定にて行っているが、モニタ上で血液細胞画像を参照するには問題ない画質と考えられ、顕微鏡による細胞の特徴をほぼ正確に評価することが可能と考えられる。

3. 病院内ネットワークを用いたTelehematologyの検討(図4)

中央臨床検査部血液検査室内にLAFIAサーバを設置し、管理・運用している。LAFIAサーバは院内に敷設された2つの独立したネットワークに接続され、ネットワークを利用した血液細胞画像データベースの利用を可能としている。外来・病棟に設置され検査オーダーや検査結果の参照に用いる診療用端末が接続された診療用ネットワークへの接続により外来や病棟から血液細胞画像データベース上の血液細胞画像を参照することができる。一方、診療用端末の設置されていない研究室やカンファレンスルームなどからの利用を可能とするために血液細胞画像データベース専用の院内ネットワークを構築し、研究・教育や症例検討などへの血液細胞画像の利用を進めている。血液内科の症例カンファレンスではLAFIA上の血液細胞画像データベースを用いた画像カンファレンスを行っており、カン

ファレンス時には会場である会議室にノート型コンピュータと液晶プロジェクターを持ち込み、会議室から研究用ネットワークに接続することにより、あらかじめLAFIAに取り込みを行った血液細胞画像をスクリーンに映し出し症例の細胞画像について討論を行っている。これによって新入院患者の骨髄像の参照や再発症例での初診時の細胞像との比較などが可能となり、血液細胞画像を多人数で評価することも可能となる。また、カラースライドの作成などに比べて画像取り込み作業にかかる時間は短時間であり、その日の新入院患者の骨髄細胞画像なども提示し得ることは大きな利点と考えられる。

4. 病院間ネットワークにおけるTelehematologyとしての画像コンサルテーションの検討

病院間ネットワークにおけるTelehematologyの中で、画像によるコンサルテーションはその有用性が最も期待されるもののひとつであろうと考えられる。しかし、画像を用いた血液疾患の診断には血液細胞画像の画質とともに画像の転送にかかる時間などが問題となると思われ、LAFIAを用いて有用性を検討している。

病院間に構築するネットワークには様々なものが考えられるが、現在一般に利用可能なものは電話回線を用いた接続である。病院間でLAFIAを電話回線を用

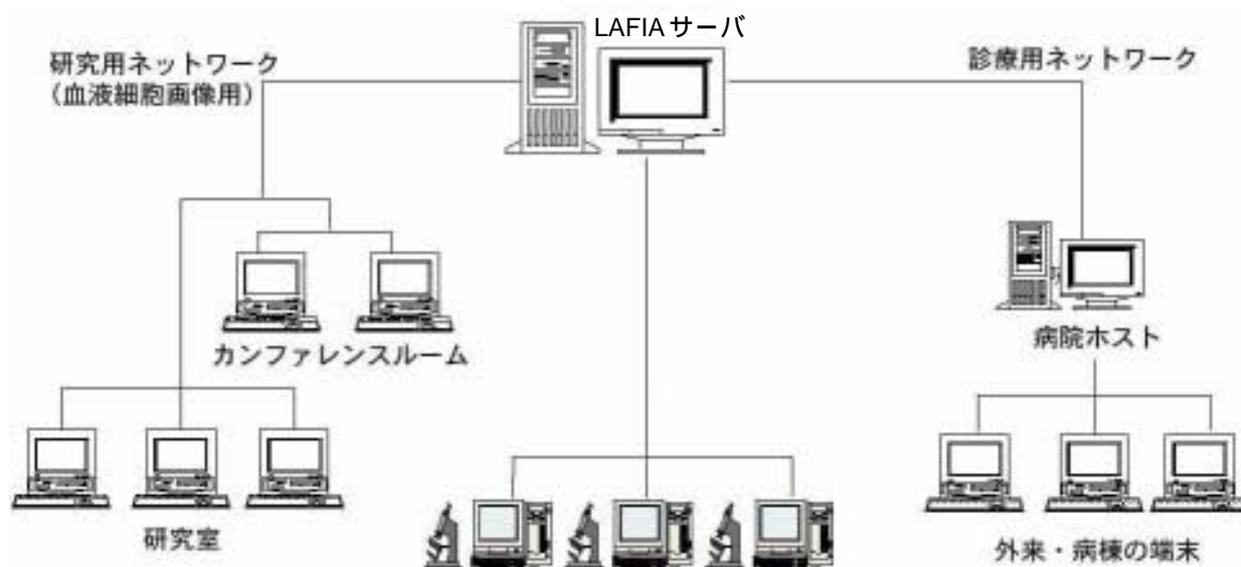


図4. 慶應病院内のネットワーク

いて直接接続することにより、相互に血液細胞画像データベースを参照することが可能となるが、現在の検討ではコンサルテーション用にもう一台のLAFIAサーバを用意して一般電話回線及びPHS端末を用いて血液細胞画像をそれぞれの施設のLAFIAから転送して保存し、コンサルテーション用のLAFIAサーバ上の血液細胞画像を参照してディスカッションを行うという方法にて検討している。この方法ではそれぞれの施設の血液細胞画像データベースを公開することなく必要な画像のみを互いに参照することが可能となり、患者情報の保護の点では有用であると考えられる。コンサルテーションの検討には画像の読み込みにかかる時間を考慮してLAFIAの設定をJPEG高圧縮として取り込みを行った。JPEG低圧縮での血液細胞画像は1画像当たり300KB程度であるが、JPEG高圧縮では1画像当たり50KB程度となる。画像の圧縮率を高くすることによる画質の低下が懸念されたが、比較の結果、低圧縮のもの比べてモニタ画面上での画質の差はほとんど認められなかった。画像の読み込み時間は通信環境によって大きく異なると考えられるが、今回我々が行ったサーバへの接続に用いたアナログ電話回線及びPHS端末による通信では縮小画像10枚を表示する画像一覧画面の読み込みに2分程度かかり、拡大画像の表示には1画像当たり25秒程度を要したが、この程度の読み込み速度であればディスカッションを行いながら画像の読み込みを行っても診断の流れを妨げることなく、実用になるものと考えられた。画像は1症例について10枚を目安にして検討を行ったが、実際の診断に当たっては弱拡大画像、強拡大画像のほか特殊染色の画像を含めて15~20枚程度の画像数が必要であると考えられた。コンサルテーションの試行に当たってはそれぞれの施設よりコンサルテーション用のLAFIAサーバにWebブラウザを用いてアクセスして画像を参照しつつ、電話を用いてディスカッションを行う形式で行っている(図5~7)。急性白血病、骨髄異形成症候群などの血液疾患症例の血液細胞画像を用いて検討を行ってきたが、いずれの症例においても血液細胞画像により細胞形態の特徴の把握ができ、正しい診断を導き出すことが可能であった。



図5. Web画面(一覽)



図6. Web画面(詳細)

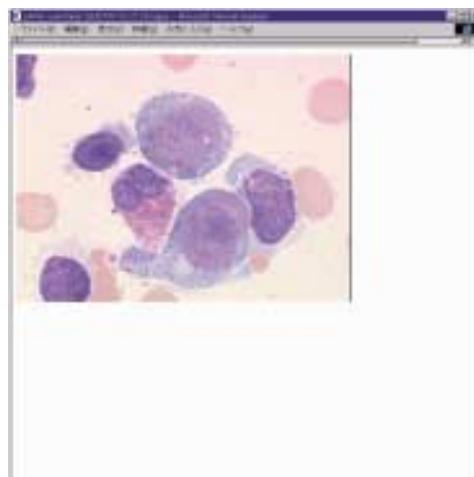


図7. Web画面(拡大)

Telehematology による診療支援

血液細胞を画像データとして取り込むことにより、これまで顕微鏡上でしか確認することのできなかった血液細胞画像を様々な場所から参照することが可能となる。病院内ネットワークを利用した Telehematology では、これまで検査室内での利用に留まりがちであった血液細胞形態の所見が、院内の様々な場所で利用可能になり、検査部から臨床側へ向けての診療支援につながるものと思われる。一方、病院間にネットワークを構築することにより血液細胞画像の転送が可能となる。血液を専門とする臨床検査技師や血液専門医のいない病院ではこれらのネットワークを利用することによって基幹病院の技師や医師に血液細胞形態についてのコンサルテーションを画像によって行うことができるようになる。これまではコンサルテーションは標本を郵送するなどして行われていた場合が多いと思われるが、Telehematology によりこれまでより容易に専門家の意見を聞くことができるようになると思われる。また、コンサルテーションに当たっては同じ細胞画像を双方で参照しながらディスカッションを行うことができるためより直接的な意見交換が可能になるとと思われる。このような画像転送はその他にも臨床検査技師の教育や画像による精度管理などに応用が可能と考えられる。LAFIA を用いた病院間の Telehematology では施設間で LAFIA をネットワークで直接接続することにより相互

にデータベースを参照することが可能となるが、Webサーバとしての機能を有しているため、Webブラウザを用いて他施設からデータベースにアクセスして血液細胞画像を参照するネットワークを構築することも可能である。このようなネットワーク環境では LAFIA を持たない施設でもサーバ上の画像を参照することが可能となるため、多くの施設が参加可能なネットワークを構築することができると思われる(図8)。病院間で血液細胞画像データベースを相互に閲覧するには施設間で患者情報の保護に関する取り決めを交わす必要があると思われる。様々な準備が必要となることが想定されるが、画像コンサルテーションをはじめとしてその有用性が期待される。

Telehematology による遠隔診断と限界

病理検査の分野において Telepathology による遠隔診断が検討されているのと同様に Telehematology においても血液標本の遠隔診断が重要な課題となる。Telehematology に用いられる血液細胞画像は CCD カメラによってコンピュータに取り込まれる電子画像であり、現在これらの画像は顕微鏡上の所見をかなり忠実に再現できるようになってきている。LAFIA では 38 万画素の 3CCD カメラを用いて画像の取り込みを行っているが、取り込まれた血液細胞画像は血液疾患の診断に用いることが可能な画質を有すると考えられる。



図8 . LAFIA による病院連携

640 × 480ドットの解像度は弱拡大視野の画像を参照する場合には個々の細胞形態の判別が困難になることもあり必ずしも十分であるとは言えないものの、血液診断で重要となる強拡大画像では、核網の構造や核小体の有無、細胞質の微妙な色調などの細胞の特徴を評価しうる画質と考えられ、診断に用いることが十分に可能であると考えられる。その一方で焦点調節や光量の調節が画像に与える影響は大きく、適切な画像の取り込みにはある程度の技術が要求されるものと思われる。しかし画質は画像取り込みの問題だけでなく、その画像を表示する環境によっても大きく異なる可能性があり、慎重な判断が要求される。特に染色性による細胞の印象の差が時に診断に影響を与えうる血液疾患の診断においては、モニタの特性による色調の違いは大きな問題になりうると思われる。画像を取り込んだ機器と画像を参照する機器が異なる場合には色調の違いが大きい場合があり得るため、遠隔診断の際にはそのような可能性を考慮しつつ診断を進めていく必要があると思われる。また血液標本の診断には標本上の多くの細胞を評価する必要があるが、遠隔診療の場合には通信速度の問題などもあり、必ずしも十分な枚数の細胞画像を利用できるとは限らず、取り込む細胞画像の選択が正しくなされなければ診断も不正確になる可能性が十分にありうるため適正な視野と適切な枚数の画像を用いた慎重な評価がなされる必要がある。それらの問題点を考慮に入れ、画像診断に苦慮する場合には必ず標本を実際に鏡検するように心がける必要があると思われる。

患者情報の保護

Telehematologyのようにネットワークを利用した診療支援ではネットワーク上に公開される患者情報の保護が重要な課題となる。病院内でのTelehematologyでは、外部との接続を持たない閉じたネットワークであれば画像転送に伴う患者情報は比較的安全と考えられるが、厳重なパスワード管理を行い、第三者が不正に患者情報を見ることができないように注意する必要がある。一方、画像コンサルテーションなどの病院間のネットワークを利用したTelehematologyではさらに厳重な患者情報の保護が必要と考えられる。病院間に専用の回線

が設置されている場合や電話回線を用いた直接接続であれば比較的安全に情報の交換は可能であると思われるが、インターネットなどを利用するには情報の暗号化なども含めたセキュリティの確保が重要となる。また、病院間での患者情報のやりとりには事前に患者の承諾をとる必要性なども含めあらかじめ解決しておくてはならない問題が少なくないと思われ、検討を要するものと考えられる。

まとめと展望

Telehematologyの試みはまだ始まって間がないため今後の検討課題が多いと思われるが、血液細胞の形態学的情報をこれまでより有効に活用し診療支援を行うことの有用性は少なくないと思われる。特に遠隔診断としての画像コンサルテーションの実現は、血液疾患の診療に大いに役立つことが期待される。今後のネットワーク環境の整備や患者情報の保護に関する検討が進むことによってTelehematologyの更なる発展が期待されるものと考えられる。

文 献

- 1) 三ツ橋雄之, 渡辺清明: Telepathology・血液画像の転送と診断, 臨床検査44: 985~989, 2000.
- 2) 高橋正宣, Maria Mernyei, 渋谷知顕, 戸島敏: テレパソロジーの現状と展望, 臨床病理47: 27~30, 1999.
- 3) James H Thrall and Giles Boland: Telemedicine in Practice. Seminars in Nuclear Medicine 28: 145~157, 1998.

Telehematology Trials Using the Sysmex LAFIA, Blood Cell Image Filing System

Takayuki MITSUHASHI, Yohko KAWAI, Tomoko ARAI, Nobuko SHIMIZU, and Kiyooki WATANABE

Department of Laboratory Medicine, School of Medicine, Keio University
35 Shinanomachi, Shinjyuku-ku, Tokyo 160-8582

SUMMARY

In the pathological testing field, applications of Telepathology have been extensively examined, but in the blood testing field, applications for support of diagnosis and medical care using electronic cell images has yet to be significantly implemented. However, for blood testing, the potential for both intrahospital and interhospital support of medical care and diagnosis utilizing blood cell images is greatly anticipated. We are undertaking an investigation of Telehematology using the Sysmex LAFIA, Blood Cell Image Filing System. For Telehematology utilizing intrahospital networks, image information previously available only in the laboratory, will become available throughout the hospital network, supporting clinical decision making. In addition, by building up networks between hospitals, transfer and referral of blood cell images becomes possible. For example, in hospitals where no clinical technologists or specializing physicians reside, doctors could consult with experts at remote hospitals, concerning cell image diagnosis. In particular, it is expected that realization of image consultation for remote diagnosis will greatly assist blood disease related medical care. Further advancement of Telehematology is expected with the streamlining of network environments in the future, and further investigation into security issues and the protection of patient information.

Key Words

Telehematology, Image Consultation, Blood Cell Image Filing System, LAFIA