

血液形態学教育における工夫と取り組み —骨髄標本を用いない実習構築の試み—

木 村 明佐子*

要 旨 正常及び各疾患の骨髄標本を入手することはいくつかの養成機関において倫理的観点から困難なことが多く、標本を用いたスケッチ実習では教員や学生が1種類の細胞を探し出す労力に時間をとられがちで、特に幼若細胞形態教育に苦慮している現状がある。また、学内実習では学生が「個々の細胞の特徴を理解し、明らかに正常でないものに気づけるようになること」が重要である。今回、「幼若及び異常細胞を数多く観察してその特徴を習得し、それらと成熟及び正常細胞との違いに気づけるようになること」をねらいとして、骨髄標本を用いず e-learning システムを活用した実習を実施し、実習による細胞知識習得効果を検証した。e-learning システムを活用した実習前後の学生の細胞鑑別試験結果を、従来のような骨髄標本を用いた細胞スケッチ実習を実施した別年度・同学年の学生の同試験結果と比較した結果、従来のスケッチ実習を実施した学生よりも本実習を実施した学生が実習後試験で有意 ($p < 0.001$) に好成績を収め、本システムの高い習得効果が確認された。e-learning システムを活用して多くの細胞を観察する実習を実施することにより、骨髄標本を用いなくても教育効果の高い細胞形態学実習を実施することが十分可能と考えられる。

キーワード 血液形態学的検査、形態学教育、遠隔教育、e-learning システム、Cellavision® Proficiency Software (webpro)

I. 背 景

血液細胞形態(特に幼若な細胞)を理解する上で、学生の場合、技師のように細胞の微妙な違いを完璧に理解するまでには至らなくても、「個々の細胞の典型的な特徴を理解して区別し名前を正確に答えることができるようになること」、「明らかに正常でないものを『何かおかしい』と気づけるようになること」が重要である。国際医療福祉大学成田保健医療学部医学検査学科では、血液形態学実習の目標として「骨髄に出現する各種細胞の

機能と特徴及び血球細胞の分化・成熟の形態学的変化を説明できる」、「骨髄細胞の正常と異常の鑑別ができる」の2つを設定している。その目標達成のために「大量に(特徴を端的に表す細胞を1種類あたり多数)観察して個々の細胞の特徴を理解し、細胞を見分けることができるようになる」ことをねらいとした実習構築を試みた。しかし、従来のように塗抹標本から1種類の細胞につき1つを探しだしてスケッチを行うというスタイルの実習(スケッチ実習)では、以下に考えられる4つの難点から実際の骨髄標本を使用して細胞を

* 国際医療福祉大学成田保健医療学部医学検査学科 a-kimura@iuhw.ac.jp

「大量に観察」するのは困難であると考えた。(1) 細胞を見つける労力と時間がかかる；(2) スケッチにかける熱量が学生によりまちまちである；(3) 1種類につき十数個もの細胞を探し出して観察するのは、実習の時間的制約もあり難しい；(4) 特に新設学科等で新たに骨髓標本を入手しようとする場合、倫理審査の煩雑さや近年の倫理的配慮の必要性の高まりも相まって、施設によってはときに承認を得ることが困難であったり時間を要したりと、容易でないこともある。当然のことながら、細部の特徴をよく観察して詳細にじっくりスケッチすることは、細胞形態を学ぶ上で最初に行うべき重要なことではある。ただし、学内実習という限られた時間の中では、特に細胞や組織のスケッチ実習では「早く終わらせよう」「ある程度いい加減でも良いか」と考えてしまう学生も少なからずいるため、よく観察せずにスケッチを早く仕上げることだけが目標となってしまうりただ漫然とスケッチしたり、ということもあり、それではスケッチ実習の意義は少ないと考えられる。また、学生/実習担当教員比が大きい養成機関での実習では、学生が目的の細胞を観察できているかを教員が全学生個別に確認するのは困難で、質問があ

れば対応できるが、そうでない場合に学生は間違えたまま細胞をスケッチしたり覚えたりする可能性がある、という現状がある。

そこで、前述のスケッチ実習での難点をクリアし、学内実習の設定目標を達成しうるツールの一つとして、細胞画像を使用して分類学習ができる Cellavision® Proficiency Software (通称 webpro) (Cellavision, Sweden)¹⁾ を使用した。これはインターネットクラウドシステムを利用した web ベースの形態学教育・学習ソフトウェアで、一種の e-learning システムであり、問題配信者は複数の細胞画像を用いて作成したテストを web 経由で配信し、受験者は web 上で細胞を分類していくというシステムである。今回、このシステムを活用した細胞形態学実習を実施し、骨髓標本を用いない実習構築を試みた。

II. 方 法

本学科3年生77名を対象とし、webproを活用して細胞の特徴観察と分類を行う実習(webpro実習)を3コマ(270分)実施した。このシステムを用いた本学での実習構成を図1に示す。従来のような、実標本を用いたスケッチ実習は実施しなかった。

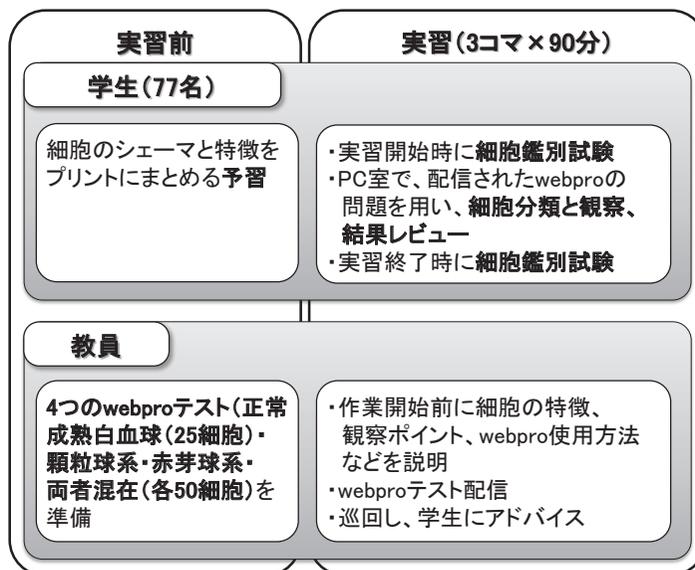


図1 本学科での血液検査学(細胞形態学)実習の構成

1. 実習前準備

webpro 実習を実施するには、細胞デジタルイメージ化装置 (Cellavision[®] DM シリーズ (Cellavision, Sweden)) で細胞画像を取り込み、ソフトウェア (webpro) 上で細胞分類テストを作成しておく必要がある。教員は、予め同装置で個々に自動撮像された 600 個の細胞画像の中から、検査血液学会標準化委員会ホームページに掲載の「好中球・リンパ球系細胞の分類基準」²⁾ 及び「骨髓幼若細胞 (顆粒球、赤芽球) の判定基準」³⁾ に則って典型的な特徴を示す細胞を複数個選択し、webpro 上で細胞分類テスト (webpro テスト) を 4 問作成した。テストに使用した細胞は、テスト 1: 正常末梢血に出現する成熟細胞 (25 細胞)、テスト 2: 骨髓に出現する顆粒球系幼若細胞 (50 細胞)、テスト 3: 赤芽球系幼若細胞 (50 細胞)、テスト 4: 正常の末梢血に出現する成熟細胞及び骨髓に出現する顆粒球系・赤芽球系幼若細胞と異常細胞 (計 50 細胞) であった。なお、これらの細胞はテスト上に種類別ではなくランダムに配置される。一方学生は、課題プリントに各細胞の特徴をまとめる予習を行った。

2. 実習中

実習は、実習室で顕微鏡を使用する方法ではなく、学内の PC 室で 1 人 1 台の PC を使用して実施した。実習開始時に教員から改めて細胞鑑別や観察のポイント等の説明を受けた後、学生

は教員が事前に作成した webpro テストを利用し、画面上で各細胞を観察・分類した (図 2)。学生が作業をしている間、教員は各席を巡回しながら、時には周囲の学生も巻き込んで画面上で細胞の鑑別ポイントの詳細な説明や分類にあたっての助言を行った。webpro テストはその場で集計を行い、学生は各々に表示されるレビュー画面で自分の結果を確認した後、分類を誤った細胞について再度鑑別すべき点や新たに気付いた点等を予習として行った課題プリントに追記していく、という作業を行った。教員はこの作業中も各席を巡回し再確認時の補足説明を行った。このような一連の作業を、作成した 4 問の webpro テストでそれぞれ実施した。

3. 習得効果の評価

webpro 実習による習得度効果は、実習前及び実習後に実施した、webpro テストとは別の細胞画像を用いた細胞鑑別試験の結果の比較により評価した (Wilcoxon 符号付順位和検定)。試験問題は、正常末梢血に出現する成熟細胞及び骨髓に出現する顆粒球系・赤芽球系幼若細胞と異常細胞を含めた合計 30 個の細胞で構成された。また、webpro 実習とスケッチ実習による習得効果の違いを、webpro 実習を実施した 3 年生 77 名の実習後の細胞鑑別試験の結果と、webpro 実習実施学生とは別年度のスケッチ実習を実施した 3 年生 79 名の同試験の結果との比較により評価した

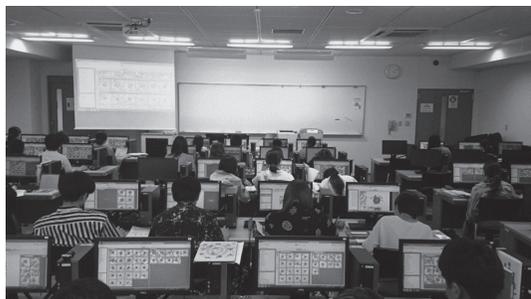


図 2 細胞形態学実習の様子

学生は各自 1 台ずつの PC で作業した。初めにランダムに並んだ細胞をそれぞれ正しく分類し、その後教員が配信した正答を確認しながら自身の解答の正誤・細胞の特徴・間違えやすい細胞の注目点 (正答確認時に表示されるよう、教員が予めコメント入力) を確認する作業を実施した。分類時の画面レイアウト、細胞画像の拡大等はソフトウェア上で個々に設定ができるため、各学生は自分に合った方法で作業を行った。

(Mann–Whitney U 検定)。なお、両年度の男女比・平均年齢はほぼ同等であり、予習実施も含めた指導内容や細胞鑑別試験の難易度は同等のレベルになるよう考慮して行った。

III. 結 果

1. webpro 実習でも知識習得効果が得られた。

webpro 実習を実施した学生 77 名の、実習前後に実施した細胞鑑別試験の結果を図 3 に示す。平均正答率は実習前が $56.2 \pm 20.3\%$ (平均 \pm SD)、実習後が $88.7 \pm 9.6\%$ と、webpro 実習実施前より実施後で有意に増加 (Wilcoxon 符号付順位和検定; $p < 0.001$) しており、半数以上の学生が実習前の 1.5 倍以上、最大で 16.7% から 86.7% と約 5 倍成績を上げていた。

2. スケッチ実習よりも webpro 実習で

高い習得効果が得られた。

webpro 実習を実施した学生 77 名とスケッチ実習を実施した別年度の学生 79 名の、各実習後に

実施した細胞鑑別試験の結果を図 4 に示す。平均正答率はスケッチ実習を実施した学生 ($81.0 \pm 9.2\%$) よりも webpro 実習を実施した学生 ($88.7 \pm 9.6\%$) で有意に好成績 (Mann–Whitney U 検定; $p < 0.001$) であった。

IV. 考 察

Cellavision[®] proficiency software (webpro) は細胞画像を用いて分類学習ができる web ベースの e-learning システムで、問題配信者 (教員) は細胞画像を複数枚用いて作成した問題を web 経由で配信し、受験者 (学生) は web 上で細胞を分類していくという構成である。このシステムを用いた実習と従来のような骨髄標本を用いた細胞スケッチ実習との教育効果を比較したところ、このシステムを活用して多くの細胞を観察したり分類したりということを繰り返して実施することにより、血液細胞形態学の知識習得は十分に可能であることが確認できた。典型的な (端的に特徴を示す) 細胞

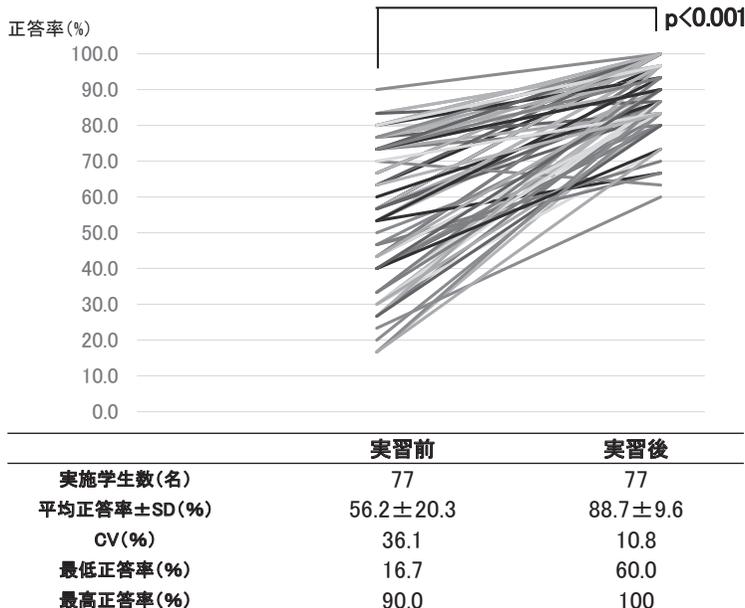


図 3 webpro 実習前後での理解度の比較

webpro 実習の習得効果を、実習前後に実施した細胞鑑別試験の結果をもとに評価した。webpro 実習を実施した学生 77 名の平均正答率は、実習前 ($56.2 \pm 20.3\%$) より実習後 ($88.7 \pm 9.6\%$) で有意 (Wilcoxon 符号付順位和検定; $p < 0.001$) に好成績であった。

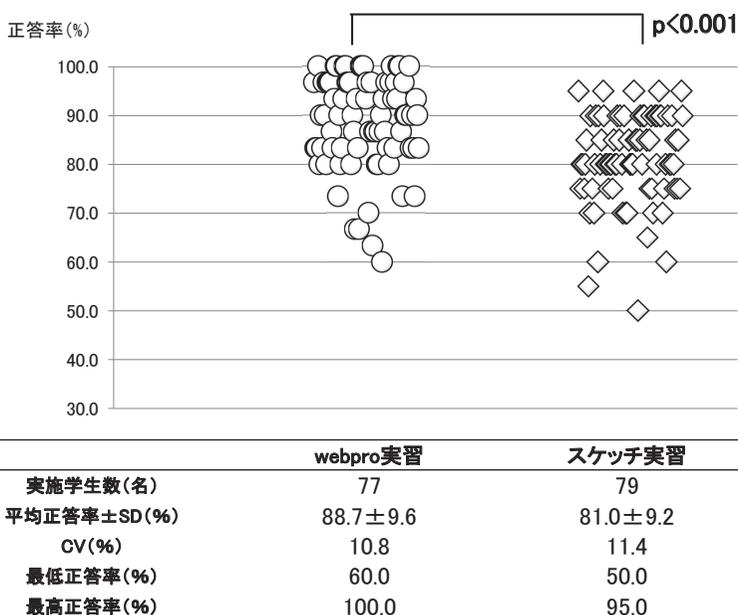


図4 webpro 実習と従来の標本を用いたスケッチ実習との理解度の比較

実習後の細胞鑑別試験の平均正答率は、webpro 実習は実施せず従来の実習標本を用いたスケッチ実習を実施した別年度の学生 79 名(平均正答率；平均±SD = 81.0 ± 9.2 %)よりも webpro 実習を実施した学生 77 名(88.7 ± 9.6 %)で、有意に好成绩(Mann-Whitney U 検定； $p < 0.001$)であった。

を1種類あたり大量に観察することで、その細胞の特徴をよりつかみやすくなり、スケッチ実習で詳細にじっくりと観察することと同様またはそれ以上の習得効果が得られたと考えられる。

webpro の分類画面では、単に分類作業を行うだけでなく、異なる種類の細胞・間違えやすい細胞同士をそれぞれ同時に比較することができる。判断に迷う細胞をあえて一度分類してみて、すでにその種類に分類された他の細胞と比較して違和感がないかという視点での細胞観察方法は、学生にとって顕微鏡で実施することは困難と考えられるが、このシステムを用いることで容易に実施可能である。また、レビュー画面では、自分や他の学生がどの細胞を間違えていたのか・間違えやすいのかの確認、細胞を観察したり判断したりするときに間違えやすいポイントについての教員からのコメント確認、出題された細胞と同じ種類の複数の画像を並べて比較等ができる。教員から教えられるだけではなく、レビューを行うことにより

細胞の特徴を比較しながらそれらの違いに学生自ら気づくことができるという点が、webpro 実習における良好な習得効果に寄与していると考えられる。

webpro 実習の利点として、細胞を分類・比較しながら大量に・一度に観察できること、PC画面上で観察するため、細胞の特徴を説明する際に周囲の複数の学生を巻き込んだ説明が可能なこと、撮像した細胞画像を組み合わせることで多様な問題作成が可能なこと等があげられる。一方、欠点として、予め準備された画像を観察するのみなので、学生が「自ら細胞を頑張って探して見つけ観察することにより知識を習得する」という喜びに欠け、カメラの解像度や色調設定等の特性により本来の標本で見られる色調や特徴とは多少異なって見えること、観察標本上での直接的な細胞比較や血液像全体の観察、細胞分布や形成度の確認ができないこと等がある。ただし、標本上での周囲の細胞と

の直接比較や疾患の血液像全体の観察についてはデジタルイメージ(デジタルスライド)を活用し、実際の骨髓標本を用いた実習は臨地実習にその役割を託すことで補うことができると考えられる。

このシステムを活用することにより、骨髓標本を用いなくても(用いることができなくても)教育効果の高い実習を実施することができ、インターネットとPCを使用するシステムのため、その環境さえ整っていれば離れた地域にある養成校同士が連携して実習を実施することも可能となる。さらに学内実習のみならず、例えば開発途上国のような血液細胞形態学の適切な指導者がいない地域の学生や技師の教育にも応用可能となり得る。実際に同システムはこれまでに血液形態学分野での外部精度管理⁴⁾に応用され、著者も他国の学生や技師に対する教育への応用⁵⁾⁶⁾を行っている。

文 献

- 1) 春日加奈子. 細胞鑑別教育ソフト CellaVision Proficiency Software (WebPRO) と Advanced RBC ソフトウェアのご紹介. 日本臨床検査自動化学会誌 2014; 39: 482.
- 2) 好中球系・リンパ球系細胞の分類基準(2003年基準), 日本検査血液学会標準化委員会.
<http://jslh2.kenkyuukai.jp/special/?id=20852> (2020年5月24日閲覧)
- 3) 骨髓幼若細胞(顆粒球、赤芽球)の判定基準標準化・最終案, 日本検査血液学会標準化委員会.
<http://jslh2.kenkyuukai.jp/special/?id=20982> (2020年5月24日閲覧)
- 4) Horiuchi Y, Tabe Y, Idei M, Bengtsson HI, Ishii K, Horii T, et al. The use of CellaVision competency software for external quality assessment and continuing professional development. J Clin Pathol 2011; 64: 610-7.
- 5) 木村明佐子, 工藤芳子, Chhea Sophearom, Ket Vansith, 春日加奈子, Chea Sin, その他. 日本とカンボジア国間における新たな血液細胞形態学遠隔教育システムの構築. 日本検査血液学会雑誌(第19回学術集会抄録)2018; 6: S175.
- 6) 木村明佐子, 工藤芳子, Ket Vansith. 開発途上国への血液形態学教育支援—カンボジア臨床検査技師における遠隔教育システム構築の試み—. 国際医療福祉大学学会誌(抄録) 2019;24: 122.

1) 春日加奈子. 細胞鑑別教育ソフト CellaVision Proficiency Software (WebPRO) と Advanced RBC ソフトウェア