

寄生虫鑑別力向上を目的とした教授法の評価

小林 浩二

新潟大学大学院医歯学総合研究科地域疾病制御医学（総合医療評価学）

（指導：赤澤宏平 教授）

Evaluation of teaching methods to improve parasite identification skills

Koji KOBAYASHI

Department of Medical Informatics, Niigata University Medical and Dental Hospital

(Director: Prof. Kohei Akazawa)

要 旨

公衆衛生の向上に伴い、日本における土壌媒介寄生虫の感染者数は減少した。一方、食品媒介、性行為や海外旅行に起因する寄生虫症は増加傾向にあり、グローバル化の増加に伴い寄生虫検査の需要増加が予想されている。しかし、国内の医学部医学科では、寄生虫学教育に費やす時間は減少し、寄生虫症診断力の低下が懸念されている。寄生虫検査を担う臨床検査技師の養成機関においても寄生虫学実習にかかる教育時間には差異がある。寄生虫検査は形態鑑別による同定が gold standard であるため、臨床検査技師の卒前教育の中で鏡検力を習得させておく必要がある。そのため、限られた時間、限られた指導教員で実施可能である新たな教授法を考案し比較評価した。

2017年には相互依存関係の下で協同学習を行う jigsaw 法と学習支援システム(Moodle)を用いた e-learning 法を実施し、2018年にはこれらを混合した Blended learning 法を実施した。Blended learning 法は、他の教授法とは異なる年度に実施したため、ランダム化比較試験による評価ができなかった。そのため、本研究では傾向スコアにより学生をマッチングした集団の調整解析によって、Blended learning 法を評価し、その有用性、問題点と改善点を検討した。Blended learning 法は、jigsaw 法や e-learning 法と比較し寄生虫検査における鏡検力を高めると研究仮説を立てたが、鏡検試験得点は jigsaw 法と e-learning 法の間中間的な成績となり仮説は支持されなかった。しかし、鏡検試験において jigsaw 法よりも不合格者を低減させる傾向が示唆された。また、画像試験においても同様の傾向であったが、経時的に実施した画像試験結果から Blended learning 法は虫卵鑑別力の維持効果を認め、短期間であるが現職の臨床検査技師と同定程度の鑑別力を維持した。Blended learning 法における jigsaw 活動では、事前の情報共有に問題があり、実質的な鏡検時間が不足した。また、Moodle 利用率も約 81%に留まり、全員が反転学習を実施していなかった。今後、jigsaw 活動の情報共有における量と内容の統一化、e-learning 教材にゲーミフィケーションを導入するなどの改善策をとることで、Blended learning 法のさらなる教授法効果が期待される。

キーワード：臨床検査、寄生虫実習、Blended learning、教授法評価、傾向スコア

別刷請求先：〒951-8510 新潟市中央区旭町通 1-757

新潟大学大学院医歯学総合病院医療情報部 小林浩二

Reprint requests to: Koji KOBAYASHI

Department of Medical Informatics, Niigata University Medical and Dental Hospital,

1-754 Asahimachi-dori, Chuo-ku, Niigata 951-8520, Japan.

緒言

臨床に関わる寄生虫学は、主に医学、薬学や臨床検査学を学ぶ学生に対して行われている¹⁾⁻²⁾。日本寄生虫学会教育委員会の調査報告³⁾によれば、国内の医学部医学科において、寄生虫学教育に費やす時間は減少し、医師国家試験における寄生虫症の出題範囲も削減され、医師の寄生虫症診断力の低下が懸念されている。臨床検査技師が行っている寄生虫検査は、形態鑑別による同定が gold standard であるため、高い鏡検力が要求される⁴⁾。しかし、臨床検査技師養成校においても、寄生虫学実習に費やす時間は減少傾向にあり、実習内容も標準化されていないため、実技教育は各養成校に委ねられている²⁾。これまで筆者は、寄生虫の形態学的特徴について解説を行った後、顕微鏡を使って標本をスケッチする形式で実習を教授してきたが、受講者 (n=178) の内、22% (n=39) の学生が不合格 (60点未満) であった。このため、限られた指導教員及び実習時間の中で効率よく鏡検力を習得できる新たな教授法が不可欠であると考えた。

2017年に実習への能動的な参加を促す jigsaw 法⁵⁾と従来法に学習支援システム (Moodle) を組み合わせ e-learning 教材⁶⁾を活用した e-learning 法のランダム化並行群間比較試験を行った⁷⁾。翌年は、e-learning による予習 (学習の内化) の後、jigsaw 法により協同学習 (学習の外化) を行う Blended learning 法にて寄生虫学実習を教授した⁸⁾。Blended learning 法は、他の教授法と比較し寄生虫の鏡検力を高めると仮説を立てた。しかし、年度が異なる集団でありランダム化ができないため、交絡因子が結果に影響している可能性があった⁸⁾。そのため本研究では、Blended learning の教授法評価に関して、他の教授法との比較可能性を担保するため、傾向スコアによりマッチングを行った集団に対して調整解析をした結果を示す。また、実習アンケート及び臨床検査技師に対して実施した画像試験得点との比較評価を通して、Blended learning 法の有用性、問題点と改善点を報告する。

対象と方法

対象とプロトコル

jigsaw 法及び e-learning 法⁷⁾

jigsaw 法 (jigsaw クラスを以後 JG と略) と e-learning 法 (e-learning クラスを以後 EL と略) の対象者は、北里大学保健衛生専門学院の臨床検査技師養成科に在籍する 1 年生 66 名 (2016 年度在籍) である。最小化法 (調整因子は年齢、性別、成績) で 33 名ずつランダムに割り付けた。実習場所は北里大学保健衛生専門学院、実習時期は 2017 年 1 月 (追跡調査は 2017 年 6 月、2018 年 4 月)、実習時間は 15 時間 (90 分×10 回)、実習項目は虫

卵、幼虫及び原虫の鏡検（全 26 種）である。受講者に本研究の説明を行い全員から同意を得た。研究実施に関しては、新潟大学の倫理審査委員会（承認番号：2016-0010）及び北里大学保健衛生専門学院の倫理審査委員会から倫理的承認を得た。

Blended learning 法⁸⁾

e-learning と jigsaw 法を混合した Blended learning 法（Blended learning クラスを以後 BL と略）の対象者は、同校同学科の 1 年生 75 名（2017 年度在籍）である。実習時期は 2018 年 1 月（追跡調査は 2018 年 6 月、2019 年 4 月）であり、実習場所及び項目は上記と同一である。受講者 84 名に対して本研究の説明を行い 75 名から同意を得た。研究実施に関しては、北里大学保健衛生専門学院の倫理審査委員会から倫理的承認を受けた。

尚、これらの研究は教育法の介入であるため、指導教員や受講生を盲検化することは不可能であった。

教授法の評価項目

主要評価項目は、検体中の虫卵（原虫含む）を同定する鏡検試験の得点（全 12 検体の正解率）とした。副次的評価項目は、画像試験の得点（全 20 画像の正解率）とした。探索的評価項目は、画像試験得点の経時的变化、アンケート結果、臨床検査技師に実施した画像試験得点（結果の研究利用に同意した 37 名、画像問題から 8 問出題）⁹⁾とした。

統計解析

BL と JG、BL と EL をそれぞれ傾向スコアでマッチングした¹⁰⁾。調整因子は、寄生虫に関する確認試験の得点、年齢と性別である。確認試験得点と鏡検試験得点の相関係数は 0.53、BL の確認試験の平均点は、JG より 3.0 点、EL より 3.7 点高いため、この得点を用いた。マッチングの方法は最近傍マッチング、キャリパー値を 0.2 として、1:1 マッチングをした。JG と BL をマッチングしたクラスを JG_M と BL_{JGM}、EL と BL をマッチングしたクラスを EL_M と BL_{ELM} と表記した。

鏡検試験及び画像試験得点の評価には、傾向スコアによりマッチングしたクラスを用いた。鏡検試験得点は中央値、得点差は HLE (Hodges-Lehmann Estimator)、比較には Wilcoxon rank-sum test を用いた。また、鏡検試験合格者割合の比較には Fisher's exact test、画像試験得点の比較には Welch's t-test を用いた。各クラス間の得点差には 95%信頼区間を併記した。また、結果の再現性を確認するため、同一のサンプルサイズを復元抽出しクラス間差を求める作業を 10000 回繰り返した差のブートストラップ平均と 95%信頼区間を用いた。画像試験得点の経時的变化は、目的変数を得点、説明変数をクラス、時期、それらの交互作用とした繰り返し測定線形混合モデル（誤差構造は無構造、自由度調整は Satterthwaite 法）によって評価した。また、アンケート回答集計（5 段階のリッカートスケール）は人数と割合で示し、BL を対照とした Steel 検定及び 2 クラス間の比較には Wilcoxon rank-sum test を用いた。検定結果は、 $p < 0.05$ のときに統計学的有意差があった。臨床検査技師に対して実施した画像試験得点の比較には、臨床検査技師の平均点の

95%ブートストラップ信頼区間(同一のサンプルサイズを10000回復元抽出して算出)を用いた。解析にはSAS9.4とJMP PRO17.0(SAS Institute)を使用した。

教授法について

e-learning 法⁷⁾⁻⁸⁾

Moodle にアップロードした予習教材(動画、スライド、クイズ)の積極的な利用を学生に推奨した。鏡検動画(図1)は、虫卵の検出から同定までの過程を記録した音声解説付き動画である(29種類)。虫卵鑑別スライド(図2)は、クリックすることで顕微鏡の微動変化を再現できるスライドである(23種類)。予習クイズは、虫卵、幼虫と原虫の画像クイズである(30問)。実習では、予習した知識を使って指定された虫卵の鏡検と記録を行った。指導教員は、実習室を巡回しながら、鏡検に苦慮している学生に直接指導を行った。

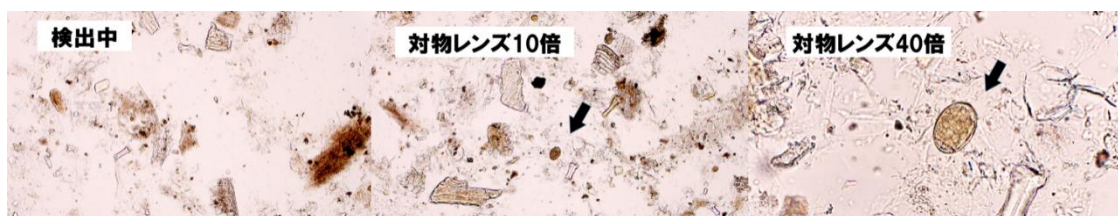


図1 鏡検動画

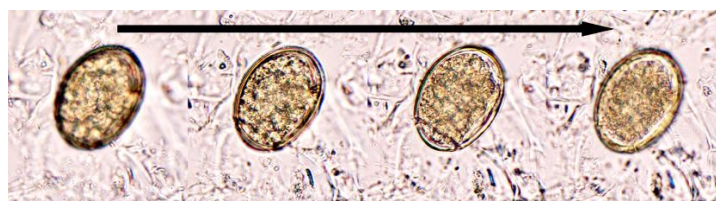


図2 虫卵鑑別スライド

jigsaw 法⁷⁾⁻⁸⁾

学生は、実習開始前に寄生虫の専門家チーム(1班6名前後)に割り付けられた(図3: 寄生虫で色分け、数字は配置学生)。専門家チーム内で担当する寄生虫に関する情報共有を行った後、各専門家チームのメンバー1名ずつから構成されるjigsawグループに分かれた(図4)。各テーブルでは専門家が虫卵について解説をした後、鏡検と記録をした。制限時間は1テーブル25分であり、グループはその時間で順次移動した。実習中、教員はファシリテーターとして実習が円滑に進むよう努めた。

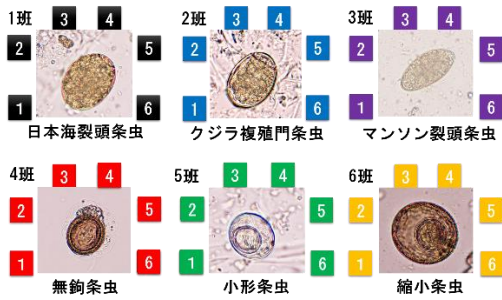


図3 専門家チーム（エキスパート活動）

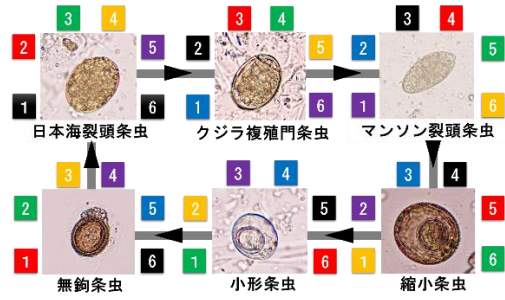


図4 jigsaw グループ（ジグソー活動）

Blended learning 法⁸⁾

テキスト以外に上記 e-learning 教材を活用し、同一内容の jigsaw 法で実習をした。

結果

2017 年に実施した JG と EL のランダム化比較試験及び 2018 年に実施した BL のフローチャートを示した（図 5）。学生全員が欠席することなく実習を行った。

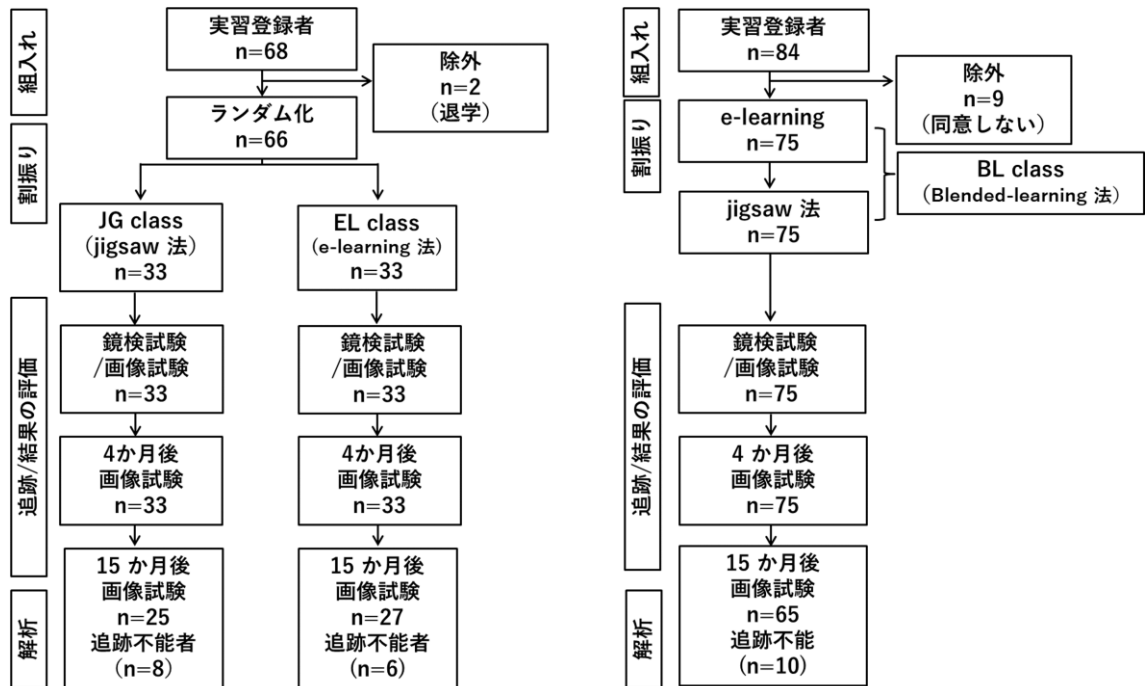


図5 各教授法で実施した実習のフローチャート（左：JG と EL、右：BL）

過年度との成績比較

以前に実施していた従来法（Traditional クラスを以後 TR と略）と 2017 年以後に実施した JG、EL と BL の画像試験の平均点（図 6）及び不合格者（60 点未満）割合（図 7）を示した。教授法を改善した 2017 年以後、得点は有意に上昇し不合格者の割合は減少した。

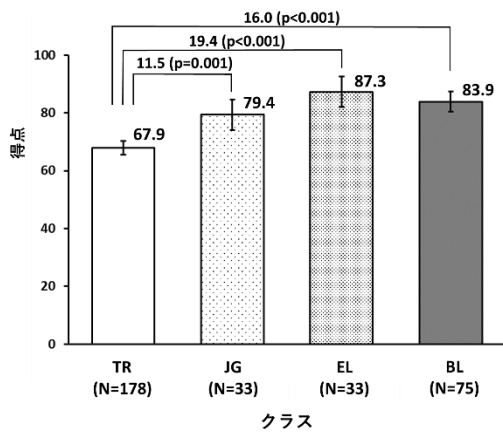


図6 画像試験得点比較

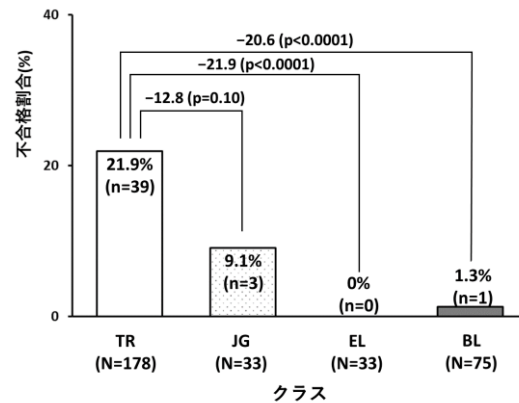


図7 不合格者割合の比較

各クラスのベースライン (表1)

マッチング後にサンプルサイズは減少したが、確認試験得点の差は短縮した。確認試験得点、性別、年齢の項目間で有意差は無い。

表1 マッチング前後のベースライン比較

クラス	マッチング前						マッチング後					
	JG	BL	p 値	EL	BL	p 値	JG _M	BL _{JGM}	p 値	EL _M	BL _{ELM}	p 値
人数	33	75		33	75		29	29		30	30	
年齢												
成年	6 [18.2]	6 [8.0]	0.18	5 [15.2]	6 [8.0]	0.35	2 [6.9]	2 [6.9]	1	2 [6.7]	2 [6.7]	1
未成年	27 [81.8]	69 [92.0]		28 [84.8]	69 [92.0]		27 [93.1]	27 [93.1]		28 [93.3]	28 [93.3]	
性別												
男性	12 [36.4]	34 [45.3]	0.41	13 [39.4]	34 [45.3]	0.67	9 [31.0]	8 [27.6]	1	13 [43.3]	10 [33.3]	0.60
女性	21 [63.6]	41 [54.7]		20 [60.6]	41 [54.7]		20 [69.0]	21 [72.4]		17 [56.7]	20 [66.7]	
確認試験												
平均点	72.2	75.2	0.22	71.5	75.2	0.13	72.2	73.7	0.63	71.1	72.4	0.65
標準偏差	11.4	12.5		11.0	12.5		12.1	10.9		11.1	11.0	

・年齢及び性別の数値は人数[割合]

鏡検試験得点のクラス間比較 (表2)

各クラスの鏡検試験得点に有意差は無い。中央値は変わらないが HLE は BL_{JGM}の方が JG_Mより高く、BL_{ELM}は EL_Mより中央値と HLE が低い傾向にある。ブートストラップ推定においても得点差の傾向は変わらないが、HLE が低下し教授法間で1問分 (8.3点) 差を認めなかった。尚、不合格者は BL_{JGM}の方が JG_Mより13.8%減少した。

表2 鏡検試験

クラス	JG _M (n=29)	BL _{JGM} (n=29)	EL _M (n=30)	BL _{ELM} (n=30)
鏡検試験得点				
中央値	83.3	83.3	91.7	83.3
[25～75パーセンタイル]	[62.5～100]	[66.7～100]	[75～100]	[66.7～100]
HLE [95%信頼区間]	8.3 [0～16.6]		-8.3 [-16.7～0]	
HLE [95%信頼区間] ^B	4.7 [0～16.6]		-6.2 [-8.4～8.3]	
p 値		0.297		0.137
試験の合否者数				
合格者	22[75.9]	26[89.7]	24[80]	24[80]
不合格者	7[24.1]	3[10.3]	6[20]	6[20]
割合の差 [95%信頼区間]		13.8 [-6.5～32.2]		0 [-20.0～20.0]
p 値		0.297		1

・B：ブートストラップ推定値

画像試験得点の比較 (表3)

1回目(実習直後)、2回目(4か月後)、3回目(15か月後)に実施した画像試験の結果を示した。2回目はBL_{JGM}及びBL_{ELM}が共に高い傾向にある。ブートストラップ推定値も同様の値を示した。また、得点の経時的変化においてクラスと時期に有意な交互作用を認めた(表4)。

表3 画像試験得点の比較

	JG _M	BL _{JGM}	EL _M	BL _{ELM}
1回目	(n=29)	(n=29)	(n=30)	(n=30)
平均点	80.5	81.4	88.2	83.0
標準偏差	16.7	11.8	11.0	11.0
平均点の差 [95%信頼区間]		0.9 [-6.7～8.5]		-5.2 [-10.8～0.5]
平均点の差 [95%信頼区間] ^B		0.9 [-6.0～8.7]		-5.2 [-10.7～0.4]
p 値		0.821 (t=3.03,df=51.7)		0.0738 (t=-1.82,df=58.0)
2回目	(n=29)	(n=29)	(n=30)	(n=30)
平均点	35.1	51.0	42.7	50.7
標準偏差	16.8	22.6	17.3	20.8
平均点の差 [95%信頼区間]		15.9 [5.3～26.4]		8.0 [-1.9～17.9]
平均点の差 [95%信頼区間] ^B		15.8 [5.9～26.4]		7.8 [-1.5～18.0]
p 値		0.0038 (t=3.03,df=51.7)		0.111 (t=1.62,df=56.1)
3回目	(n=22)	(n=25)	(n=24)	(n=24)
平均点	37.3	40.6	42.7	36.0
標準偏差	21.3	22.3	18.6	21.3
平均点の差 [95%信頼区間]		3.3 [-9.5～16.1]		-6.7 [-18.3～5.0]
平均点の差 [95%信頼区間] ^B		3.3 [-9.1～15.6]		-6.7 [-17.4～4.9]
p 値		0.603 (t=0.524,df=44.7)		0.254 (t=1.15,df=45.2)

・B：ブートストラップ推定値

表4 固定効果の検定結果

固定効果	JG _M とBL _{JGM} のモデル		EL _M とBL _{ELM} のモデル	
	F 値 (df)	p 値	F 値 (df)	p 値
主効果				
クラス	1.88 (1, 55.5)	0.176	0.15 (1, 54.9)	0.702
時間	134.7 (2, 50.2)	< 0.0001	200.2 (2, 52.2)	< 0.0001
交互作用				
クラス×時間	8.5 (2, 50.2)	0.0007	8.9 (2, 52.2)	0.0005

・帰無モデルとの尤度比検定は、両モデルとも p<0.0001

アンケート結果の比較 (表5)

実習の進め方、ジグソー活動の情報共有、実習前の Moodle 活用に関しては、BL と他クラスで回答が異なる傾向にあった。実習のスピードに関しては、自由意見において時間が足りないと感じた学生は 24% (18 名)、逆に時間が長いと感じた学生は 2.7% (2 名)であった。

表5 アンケート集計結果

分類	質問	クラス	①	②	③	④	⑤	p 値
実習の進め方	・実習のスピードは適切であった。	JG	25(75.8)	6(18.2)	2(6.1)	0(0)	0(0)	<0.001
		EL	28(84.8)	4(12.1)	1(3.0)	0(0)	0(0)	0.003
		BL	31(41.3)	31(41.3)	11(14.7)	2(2.7)	0(0)	
ジグソー活動	・エキスパートチームにて、事前の情報共有ができた。	JG	23(69.7)	7(21.2)	2(6.1)	1(3.0)	0(0)	0.007
		BL	31(41.3)	26(34.7)	14(18.7)	4(5.3)	0(0)	
		JG	9(27.3)	16(48.5)	7(21.2)	1(3.0)	0(0)	0.451
Moodle活用	・実習前に Moodle による予習を毎回行った。	EL	25(75.8)	5(15.2)	2(6.0)	1(3.0)	0(0)	0.051
		BL	42(56.0)	20(26.7)	5(6.7)	5(6.7)	3(4.0)	
		EL	17(51.5)	8(24.2)	4(12.1)	1(3.0)	3(9.1)	0.009
	・復習にも Moodle 教材を利用した。	BL	24(32.0)	17(22.7)	13(17.3)	11(14.7)	10(13.3)	

スケール：①そう思う、②ややそう思う、③どちらでもない、④ややそう思わない、⑤そう思わない

その他、実習満足度、鏡検力を修得できた自己効力感、実習への意欲的な取り組みに関する回答は、全てのクラスで 95%以上の学生が肯定的な回答 (①と②の合計) であった。

BL における Moodle 利用者別試験得点の比較 (表6)

Moodle のアクセスログから、Moodle 利用の有無でサブグループ解析をした。BL では 81.3% (75 名中 61 名) が e-learning 教材を使用しており、Moodle 利用者は利用しなかった学生よりも鏡検試験得点が 11.5 点 (1 問以上多く正解) 有意に高い。尚、EL での Moodle 利用率は 97.0% (33 名中 32 名) であったため、BL における利用率は 16 ポイント減少 (p<0.05) した。Moodle 利用の有無で画像試験得点に有意差は無い。

表 6 Moodle 利用別得点

試験	Moodle利用あり (n=61)	Moodle利用なし (n=14)	平均点の差 [95%信頼区間]	p 値
鏡検試験				
平均点	82.1	70.8	11.3	0.042
標準偏差	14.5	17.8	[0.5 ~ 22.1] (t=2.2,df=17.2)	
画像試験				
平均点	84.6	80.7	3.9	0.227
標準偏差	12.0	10.2	[-2.6 ~ 10.3] (t=1.2,df=22.2)	

臨床検査技師の得点との比較 (図 8)

臨床一般部門研修会⁹⁾に参加した臨床検査技師に実施した画像試験の平均点は 60.2 点であり、Bootstrap 95%信頼区間は上側 67.1 点、下側 53.0 点であった。実習直後は TR を除き臨床検査技師よりも得点は有意に高かったが(p<0.001)、4 か月後の時点では、BL の平均点だけが臨床検査技師得点の Bootstrap 95%信頼区間内であった。

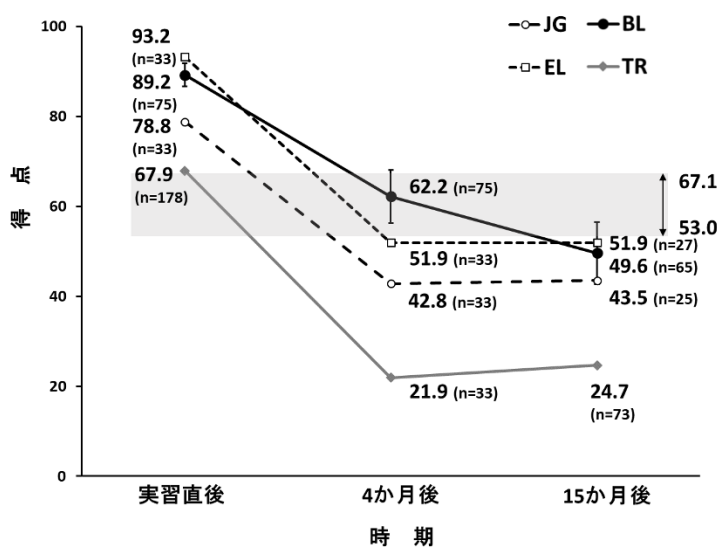


図 8 臨床検査技師に実施した画像試験得点との比較

- ・臨床検査技師の平均得点の Bootstrap95%信頼区間は両矢印で示した区間
- ・BL のみエラーバー (95%信頼区間) を表示
- ・各クラス得点は臨床検査技師に対して実施した同一画像問題の平均点
- ・TR のみ、画像、問題数と各時期の回答者が異なる。

考 察

本研究で使用した各教授法は、従来法と比較して有意に得点を向上させ、かつ不合格者も減少したため、従来法に比べ効果的な教授法である。

Blended learning 法は、jigsaw 法や e-learning 法を単独で実施するよりも鏡検力を高め

ると仮説を立てたが、Blended learning 法の鏡検試験得点は jigsaw 法と e-learning 法の間であり、仮説は支持されなかった。しかし、jigsaw 法の単独実施よりも不合格者を低減させる傾向が示唆された。画像試験においても得点の傾向は同様であったが、フォローアップした画像試験得点の経時的推移において、教授法と試験時期に有意な交互作用を認め、2回目(4か月後)の得点は、BL_{JGM} は JG_M より 15.9 点、EL_M より 8.0 点高得点であった。よって、jigsaw 法と e-learning 法の相乗効果は、実習直後ではなく短期的な鑑別力の維持効果として現れたと考える。特に臨床検査技師との鑑別力比較では、実習直後は従来法を除き、全ての教授法の平均点は臨床検査技師より有意に高い。しかし、4 か月後の時点では BL だけが臨床検査技師の得点平均の 95%信頼区間に入っているため、臨床検査技師と同程度の鑑別力を維持できる教授法であると考え。教授法の効果を現職の臨床検査技師と比較した報告はこれまで無いため、新たな知見が得られた。

アンケート結果から、BL では「実習のスピード」、「jigsaw 法における情報共有(エキスパート活動)」、「Moodle 活用」に関する回答が、他のクラスに比べ否定的な傾向であった。BL における jigsaw 法の問題点の一つは時間管理である。BL に時間不足を実感している学生(約 4 人に 1 人)が多い理由は、専門家チーム内で情報共有が不十分なまま専門家として他者に説明したため、情報が十分伝わらず、実質的な鏡検時間が減少したためであると考え。95%以上の学生は実習に意欲的に取り組んだため、見かけ上実習は活性化していた。しかし、内化の質が低いため外化につながらず、仲間との交流だけでは真の理解を得ることができない学生がいた¹¹⁾。この問題点は、専門家による伝達情報の統一化によって改善できると考える。エキスパート活動の前に、TBL(team-based learning)の準備保証段階¹²⁾で利用されている iRAT (Individual Readiness Assurance Test)や gRAT(Group Readiness Assurance Test)を導入し、予習の有無だけでなく、内化の質をチェックすることで jigsaw 法における情報量と内容を統一化できる。また、実験における jigsaw 活動は、個人の貢献だけでなくチームワークに強く依存する¹³⁾。そのため、協調力の醸成も jigsaw 法をスムーズに行うために必要であった。これらを改善することで、時間不足の問題は解決できると推察した。

BL では、Moodle を用いて e-learning に取り組んだ学生は 81.3% (61 名)であり、鏡検試験得点は、Moodle 利用者の方が 11.3 点有意に高い(1 検体以上多く正解)。EL では Moodle 利用率が 97.0% (32 名)であり、鏡検試験得点が高い傾向にあるため、Moodle 活用の有無が、鏡検試験得点に直接影響したと考える。また、Moodle 利用の有無で、画像試験得点に差はない(正解率の差は 1 画像未満)。このことから、画像だけならばテキストでも覚えられるが、実際の鏡検力向上には e-learning 教材の利用が不可欠であったと考える。観察が主となる実習では、実習前に自分が何を探すべきなのかを予習しておくことで実習時の不安は解消される¹⁴⁾。しかし、e-learning 教材の積極的利用を促しても 20%の学生はアクセスしない¹⁵⁾。本研究においても約 20%の学生が利用しなかったため、利用率を向上させるために画像クイズの得点を成績評価に反映することや、教材にゲーミフィケーション要素を取り入れ、継続可能な学習教材に改編する必要がある¹⁶⁾⁻¹⁷⁾。また、修得した知

識の約 80%が 1 か月以内に忘れられるため¹⁸⁾、定期的にフィードバックすることで、さらなる鑑別力維持効果が期待できる¹⁹⁾。

Blended learning 法は、成績が向上しなかった場合でも受講者の満足度向上効果が示されており²⁰⁾、BL においても 95%以上の高い実習満足度を得た。また、Blended learning 法は、実験操作における自己効力感を向上させ²¹⁾、学業成績に影響を与える²²⁾。本研究においても、BL では 95%以上の学生は鏡検力が身に付いたと実感しており、その自己効力感と鏡検成績得点には 0.33 の弱い相関を認めた。

尚、本研究にはいくつかの限界がある。傾向スコアを用いてマッチングしたクラスを評価したが、調整できなかつた背景因子があった。協同学習を実施したため、学生が協同学習に協力的なタイプか否かに関する調査をすべきであった。今後の評価においては、ATTLS (Attitudes to Thinking and Learning Survey)²³⁾などのスケールを用いることでこれを把握できる。また、Moodle 利用を必須としていないため、BL 法として完全な反転学習効果を示せなかつた。

学習管理システムは寄生虫学の教育において重要な役割を果たす²⁴⁾。特にリソースが限られた教育機関では、モバイルフレンドリーなツールを使用することが推奨されている²⁵⁾。これらを満たした本研究の Moodle システムを用いた e-learning 教材は有用であったと考える。国内にはこのようなデジタル教材は無いが、本研究で用いた e-learning 教材は、日常検査における寄生虫鏡検力の維持など、卒後教育への拡張利用も可能である。

尚、本研究で示した教授法は、尿沈渣実習などの顕微鏡を用いた鏡検力が必要とされる形態学分野においても同様の効果が得られると期待できる。

結 語

寄生虫学実習の教授法として用いた jigsaw 法、e-learning 法と Blended learning 法は、従来の方法よりも有意に成績を向上させた。本研究では、e-learning 法による予習と jigsaw 法による能動的な実習への取り組みの相乗効果を期待し、Blended learning 法を実施した。結果として、jigsaw 法や e-learning 法をそれぞれ単独で実施した場合以上の有意な鏡検力は習得できなかった。しかし、高い実習満足度や自己効力感を維持し、実習終了後も臨床検査技師と同程度の鑑別力を保持できた。今後、jigsaw 活動の活性化に向けた事前知識の統一化、グループワークの醸成や e-learning 教材の利用率を改善することで、さらなる鏡検力の向上につながると考える。

謝 辞

本研究に際しご指導を賜りました新潟大学医歯学総合病院医療情報部の赤澤宏平教授に厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) Jun KOBAYASHI, Keiichi IKEDA: Comparison of Parasitological Education in Veterinary Medicine. Medicine and Pharmaceutical Science Departments in Japan. Bulletin of Nippon Veterinary and Life Science University 64:20-27, 2015.

- 2) Sho Sekine: Pre-graduate teaching of human parasitology for medical laboratory technologist programs in Japan. *Humanities and Social Sciences Communications* 9(225), 2022.
- 3) 日本寄生虫学会教育委員会,医学部における寄生虫学教育の現状調査報告, 2015.
- 4) Ian H McHardy, Max Wu, Robyn Shimizu-Cohen, Marc Roger Couturier, Romney M Humphries. Detection of Intestinal Protozoa in the Clinical Laboratory. *Journal of Clinical Microbiology* 52(3): 712–720, 2014.
- 5) Joseph C Colosi, Charlotte Rappe Zales. Education: Jigsaw cooperative learning improves biology lab courses. *BioScience* 48(2):118-124, 1998.
- 6) Rashad Abdul-Ghani. Towards e-parasitology: making use of virtual microscopy. *Tropical medicine & international health* 20(2):227–229, 2015.
- 7) Kobayashi K, Kosuge Y, & Akazawa K. A randomized controlled trial of jigsaw versus e-learning approaches: Practical parasitology training to improve parasite identification techniques in clinical laboratory science education. *Asian Journal of Medical Technology* 3(1):1-16,2023.
- 8) Koji Kobayashi, Yuko Kosuge, Kohei Akazawa, Blended Learning Effectiveness: Improving Japanese Medical Laboratory Science Students' Identification of Parasite Eggs, *Journal of Education and Learning* 12(3):26-39, 2023.
- 9) 小林浩二:寄生虫卵の鑑別とその周辺.平成 29 年度新臨技臨床一般部門研修会, 2018.
- 10) 魚住龍史,矢田真城,山本倫生,川口淳.SAS による傾向スコアマッチング,SAS ユーザー総会, 2017.
- 11) Tomoko Mori, The Flipped Classroom: An Instructional Framework for Promotion of Active Learning. *Deep Active Learning Toward Greater Depth in University Education*, Springer Nature,pp95-pp109, 2018.
- 12) Phan Nguyen Ngoc, Chao-Ling Cheng, Yen-Kuang Lin, Ming-Shun Wu, Jan-Show Chu, Kung-Pei Tang. A meta-analysis of students' readiness assurance test performance with team-based learning. *BMC Medical Education* 20(223),2020.
- 13) Charlene Williams, Susan Perlis, John Gaughan, Sangita Phadtare. Creation and Implementation of a Flipped Jigsaw Activity to Stimulate Interest in Biochemistry among Medical Students. *Biochemistry and Molecular Biology Education* 46(4):343-353, 2010.
- 14) Susan M. Jones, Ashley Edwards. Online Pre-laboratory Exercises Enhance Student Preparedness for First Year Biology Practical Classes. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education* 18(2):1-9, 2010.
- 15) 若林則幸,アクティブラーニングの一手法としての反転授業,口腔病学会雑誌 81 (3) : 1-7, 2015.
- 16) A F Rizana1,U Y K S Hedyanto, F Ramadhan, A Kurniawati. E-learning success determinants in higher education: A systematic literature review from users' perspective. *IOP Conf Series: Materials Science and Engineering* 830, 2020.
- 17) A Peña-Fernández, S Fenoy, J Simons, C Del Aguila, J Shell, M D Evans, L Acosta. DEVELOPING A SMARTPHONE APP FOR LEARNING PARASITOLOGY. *Proceedings of EDULEARN20 Conference 6th-7th*, 2020.
- 18) Jaap M J Murre, Joeri Dros. Replication and Analysis of Ebbinghaus' Forgetting Curve. *PLoS One*:10(7), 2015.
- 19) Mrigank S Shail. Using Micro-learning on Mobile Applications to Increase Knowledge Retention and Work Performance: A Review of Literature *Cureus* 11(8), 2019.
- 20) Roya Sadeghi, Mohammad Mehdi Sedaghat, Faramarz Shaahmadi. Comparison of the effect of lecture and blended teaching methods on students' learning and satisfaction. *Journal of Advances in Medical Education & Professionalism* 2(4):146-150, 2014.
- 21) Jian Chen, Junhai Zhou, Yong Wang, Guangying Qi, Chunbo Xia, Gang Mo, Zhiyong Zhang. Blended learning in basic medical laboratory courses improves medical students' abilities in self-learning, understanding, and problem solving. *Advances in Physiology Education* 44(1):9-14, 2022.

- 22) Ali Asghar Hayat, Karim Shateri, Mitra Amini & Nasrin Shokrpour. Relationships between academic self-efficacy, learning-related emotions, and metacognitive learning strategies with academic performance in medical students: a structural equation model. *BMC Medical Education* 20(76), 2020.
- 23) Kathleen M Galotti, Blythe Mcvicker Clinchy, Kathryn H Ainsworth. A New Way of Assessing Ways of Knowing: The Attitudes Toward Thinking and Learning Survey (ATTLS). *Sex Roles* 40:745-766, 1999.
- 24) Abdul Jabbar, Robin B Gasser, Jason Lodge. Can New Digital Technologies Support Parasitology Teaching and Learning? *Trends in Parasitology* 32(7):522-530, 2016.
- 25) Rita Wassef, Fatma Alzahraa Elkhamisy. Evaluation of a web-based learning management platform and formative assessment tools for a Medical Parasitology undergraduate course. *Parasitologists United Journal* 5(13):99-106, 2020.