

近赤外光を利用したヘモグロビン測定装置AstrimTM およびパルスオキシメーターの解剖生理学実験への導入効果

河野 節子

The Effect of Introducing of AstrimTM for Hemoglobin Measurement using the Near Infrared Spectroscopic Imaging Method and Pulse Oximetry into the Anatomy Physiological Experiment Class.

Setsuko KAWANO

ABSTRACT

Since 2004, two hi-tech machines have been used in our anatomy physiological experiments; AstrimTM for measuring hemoglobin using the near infrared spectroscopic image, and a pulse oximeter. Using these machines, we have performed 15 experiments including erythrocyte counting, and rat or frog anatomization. These hi-tech machines have helped raise the student's interest in their physiological experiments. The results of a questionnaire survey revealed that the students are the most interested in the measurement of bone mass and body composition, followed by the measurement of renal function, and measurement of hemoglobin with AstrimTM in this order. In learning high-technology, measurement using AstrimTM ranked first, followed by measurement of bone mass and body composition, electric cardiography and pulse oximetry. The hi-tech machines further raised new interests in addition to a sense of achievement and impression of the mystery of life in using conventional machines. A typical example is the students measurement of their own hemoglobin using AstrimTM. They not only find out their hemoglobin value but are also impressed by the simple, quick and accurate measurement with the new machine. It can be concluded that introduction of the high technology attains our purpose to raise the motivation of the students in these experiments.

緒 言

解剖生理学実験ではラット, カエルの臓器観察を含め15項目の実験を実施する. その一つに血球計算盤を用いた赤・白血球計測がある. この実験では, メランジュールの取り扱い方や顕

微鏡操作、染色技術、血球計算盤による血球数のカウント、血液 1 μ l 中の血球数算定など種々の実験技術の向上と観察力および科学的思考力の修得ができる。学生は一樣に、顕微鏡によって自分の血球像や血球数の多さを見て驚きの声を上げる。そして、自分の身体がその多くの赤血球によって酸素を供給されていることを実感して、赤血球の必要性を理解する。ところが一方、血液取り扱い上の問題があるうえに、実験技術を要するために赤・白血球の測定は辛うじてできたとしても、数値が不正確なために、赤・白血球数の運動による生理的変動について正確な傾向が出ないのである。従って、実験全体として不満感が残る。このような問題点を解決するため、一昨年度には、指を機器に挿入すれば瞬時にヘモグロビン(Hb)を測定できるという非観血式実験機器、末梢血管モニタリング装置(AstrimTM)のデモ用を業者から拝借して、運動前後のHbを測定した。学生の感想は、生理的な生体の変化を瞬時に数字で見ることや、運動前後のHbの相違を知ることができて面白かったと評価している。さらに、平成16年度には、末梢血管モニタリング装置(AstrimTM)を教育研究費で、パルスオキシメーターを特別研究助成費(教育に資する研究)で解剖生理学実験に導入した。

そこで、この機会に、近赤外光を利用したヘモグロビン測定装置AstrimTMおよびパルスオキシメーターの解剖生理学実験への導入効果についてのアンケート調査を実施した。

方 法

1. 調査対象

被験者は平成16年度名古屋女子大学短期大学部栄養科に入学し、解剖生理学実験を履修した91名(内1名一部記入漏れあり)である。また、全ての学生が学期末テストを受験した。

2. 対象実験と実施時期

対象実験は解剖生理学実験であり、平成16年度後期に実施した。実験内容は、シラバスに示す15週14項目実験の他に、特別研究助成費の備品購入申請許可に伴って末梢血管モニタリング装置(AstrimTM)によるHb測定実験およびパルスオキシメーターによる動脈血酸素濃度の測定を追加した¹⁾。実験順序、組み合わせは動物購入および採血担当者の都合で一部変更して実施した。

平常時および運動時の赤血球、白血球数の測定は11、12回目の実験として実施した。また、末梢血管モニタリング装置(AstrimTM)によるヘモグロビン量測定は12回目に、非観血式実験機器パルスオキシメーターによる動脈血酸素飽和度の測定は14回目に実施した。そして、15回の実験終了後にアンケート調査を実施した。

3. 調査方法

アンケートは3課題からなり、そのうち課題1は「実験項目15実験」から最新技術を得られたと思う項目を7つ選んで高い順に1～7までの番号を記入してもらった。課題2は解剖生理学実験への関心度を見るものである。水準の尺度は実験開始前の関心度を0として、実験終了時その関心が増加した場合は+1～+3(最も興味がある場合は3)、低下した場合は-1～-3(全く興味もてなかった場合は-3)の段階として、該当する番号を○で囲むようにした。アンケートを簡略化するため課題3とは抱き合わせたとした(表1)。

課題3には、指先採血によるメランジュールによる赤血球の測定と非観血法による末梢血管モニタリング装置(AstrimTM)によるHb測定実験の2つの実験を21項目について比較してもらった。その尺度の水準はそれぞれ3段階とし、同程度のものは0として高いほうに○をつけた(表2)。

表 1 . アンケート用紙 (課題 ,)

アンケート		A, Bクラス 番号() 名前 ()														
<p>今学期行った実験について伺います。下の2つの課題について、問題をそれぞれよく読んで、回答ください。</p> <p>【課題I】「実験項目」にある15の実験について、最新技術を得られたと思うものを7つ選んで、高い順に1から7まで【 】の中に番号をつけなさい。</p> <p>【課題II】 実験開始前の解剖生理学実験への関心度を0として、実験終了時その関心が増加した場合は+1～3(最も興味がある場合は3)、低下した場合は-1～-3(非常に興味をもてなかった場合は-3)の段階として、該当する番号を○で囲みなさい。</p>																
実験項目	興味の順位	関心度の水準														
例) 調理実習	【 5 】	<table border="1"> <tr> <td>-3</td><td>-2</td><td>-1</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td> </tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td>0</td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table>	-3	-2	-1	0	1	2	3				0			
-3	-2	-1	0	1	2	3										
			0													
実験項目	【課題III】 興味の順位	【課題IV】 関心度の水準														
1. 身体の一般的計測、肺活量、体組成、骨量等	【 】	<table border="1"> <tr> <td>-3</td><td>-2</td><td>-1</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td> </tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table>	-3	-2	-1	0	1	2	3							
-3	-2	-1	0	1	2	3										
2. 心拍数・心音・心電図測定・安静時及び運動時の相違	【 】	<table border="1"> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table>														
3. 血圧の測定・重力・運動・環境による影響	【 】	<table border="1"> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table>														
4. 血球抵抗検査	【 】	<table border="1"> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table>														
5. カエルの解剖・臓器の観察、心機能の観察カエルの灌流実験 (デモンストレーション) ・イオンの影響、交感神経促進剤及び副交感神経促進剤の影響	【 】	<table border="1"> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table>														
6. ラットの解剖	【 】	<table border="1"> <tr> <td>-3</td><td>-2</td><td>-1</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td> </tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table>	-3	-2	-1	0	1	2	3							
-3	-2	-1	0	1	2	3										
7. 腎機能検査(希釈尿、濃縮尿による尿比重、クリアランスなど)	【 】	<table border="1"> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table>														
8. 血液型の観察・主試験、副試験	【 】	<table border="1"> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table>														
9. 血球の比重の観察	【 】	<table border="1"> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table>														
10. ギムザ染色・赤血球の組織観察	【 】	<table border="1"> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table>														
11. 血球計算 ・安静時の赤血球数、運動時の赤血球数 ・安静時の白血球数、運動時の白血球数	【 】	<table border="1"> <tr> <td>-3</td><td>-2</td><td>-1</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td> </tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table>	-3	-2	-1	0	1	2	3							
-3	-2	-1	0	1	2	3										
12. ASTRIMによる非観血的ヘモグロビン測定(Hb)	【 】	<table border="1"> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table>														
13. 唾液腺の構造と唾液分泌の相違の観察	【 】	<table border="1"> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table>														
14. 酸素飽和度の実験	【 】	<table border="1"> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table>														
15. 皮膚感覚	【 】	<table border="1"> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table>														

表 2 . アンケート用紙 (課題)

アンケート

A, Bクラス 番号() 名前 ()

【課題Ⅲ】. 赤血球数の計測実験とASTRIMによるヘモグロビン(Hb)測定を実施しました。2つの実験を比較して、下記の項目について、同程度の水準のものを0としてより高い方に○をつけてください。

実験項目		水準							
ガスと電気調理器を比較する 例) 野菜炒め	ガス	3	2	1	0	1	2	3	電気
		0							
項目		水準							
実験開始前にやるべきことがよく分かった	血球数計測	3	2	1	0	1	2	3	ASTRIM
実験をやって楽しかった		3	2	1	0	1	2	3	
実験そのものが取り組みやすかった		3	2	1	0	1	2	3	
実験開始前に実験への意欲がわいた		3	2	1	0	1	2	3	
実験してみても実験への意欲が増した		3	2	1	0	1	2	3	
実験所要時間が短く感じられた		3	2	1	0	1	2	3	
実験の技術が向上した		3	2	1	0	1	2	3	
生命の神秘さに感動した	血球数計測	3	2	1	0	1	2	3	ASTRIM
実験装置の精度が良いと思った		3	2	1	0	1	2	3	
血球数の多さに感動した		3	2	1	0	1	2	3	
計測値を算定する時理解しやすかった		3	2	1	0	1	2	3	
ヘモグロビン量が分かった		3	2	1	0	1	2	3	
計測値算定の仕方が理解のしやすかった		3	2	1	0	1	2	3	
運動前後の血球数の変化がよく分かった	血球数計測	3	2	1	0	1	2	3	ASTRIM
同一人を測定した値の個人差が少ない(誤差が少ない)		3	2	1	0	1	2	3	
実験が終わった後、実験をやったという達成感があった		3	2	1	0	1	2	3	
酸素飽和度の実験への関心が高まった		3	2	1	0	1	2	3	
貧血予防の関心が高まった		3	2	1	0	1	2	3	
生活習慣病への関心が高まった		3	2	1	0	1	2	3	
この実験をやったことにより将来に利用価値があると思った		3	2	1	0	1	2	3	
栄養士になるために有効な実験だと思った		3	2	1	0	1	2	3	

4. 集計および解析方法

課題 は、実験項目15実験のうち最新技術を得られたと思う項目別に、高い順に1～7までの番号を記入させた。1を選んだ場合は得点7を与え、以下2は6点、3は5点、4は4点、5は3点、6は2点、7は1点とし、選択されなかったものは全て0点とした。

課題 では、解剖生理学(実験)に対して14実験項目(血球比重は除外した)のどれが関心度の増加に関与したのかを検討するためにSPSSによる平方ユークリッド距離を用いてクラスター分析で検討し、対象者をいくつかのタイプに分けた。その後判別分析を行った。なお、この方法によるクラスター分析を用いたのは、比較的まとまったクラスターが得られやすいからである²⁾。

課題 については、赤血球の計測実験とAstrim™による実験21項目について同程度のものを0として、それぞれ高いと思う程度に1～3の段階でつけたが、集計時にはAstrim™に関係の深いものを+1～+3に、赤血球の計測実験を-1～-3に置き換えて集計した。また、予め集計前に、Astrim™に関係の深い項目3, 6, 9, 11, 12, 15, 17, 20の10項目をA群、計算盤による赤血球計測に関係の深い項目7, 8, 10, 14, 16をB群、いずれでもないもの項目1, 2, 4, 5, 18, 19, 21をC群として分類した。その上で、学生がそれぞれの項目について新機器のAstrim™あるいは血球計算盤による計測か、それぞれの利点の相違をどの程度修得したかをANOVAで解析した。統計解析ソフトはSPSS13.0Jを用いた。

結 果

1) 最新機器を得られたと思う実験項目の組み合わせ

表3は成績群別最新技術を獲得できたと思う実験項目順位を示したものである。成績群は平

表3. 成績群別最新技術を獲得できたと思う実験項目順位

群 実験項目	高得点群(平均67.3点)						低得点群(平均48.5点)					
	得点7～5		得点0		平均点	順位	得点7～5		得点0		平均点	順位
	人数	(%)	人数	%			人数	(%)	人数	%		
ASTRIM	36	78.3	4	8.7	5.5	1	36	80.0	5	11.1	5.0	2
体組成	33	71.7	6	13.0	5.0	2	34	75.6	5	11.1	5.4	1
酸素飽和度	27	58.7	12	26.1	3.8	3	18	40.0	14	31.1	3.3	4
心電図	14	30.4	9	19.6	3.4	4	21	46.7	9	20.0	3.8	3
カエル	8	17.4	32	69.6	1.3	7	4	8.9	29	64.4	1.2	9
ラット	7	15.2	31	67.4	1.3	7	4	8.9	28	62.2	1.1	10
血圧	3	6.5	13	28.3	2.1	5	3	6.7	15	33.3	2.0	5
ギムザ染色	3	6.5	27	58.7	1.1	10	1	2.2	28	62.2	0.8	11
腎機能	2	4.3	31	67.4	0.8	11	5	11.1	26	57.8	1.3	7
血液型	2	4.3	25	54.3	1.3	9	5	11.1	23	51.1	1.3	8
血球計算	2	4.3	16	34.8	1.6	6	3	6.7	20	44.4	1.6	6
唾液腺	1	2.2	37	80.4	0.5	12	0	0.0	43	95.6	0.1	15
血球抵抗	0	0.0	41	89.1	0.2	14	2	4.4	34	75.6	0.6	12
血球の比重	0	0.0	39	84.8	0.2	13	0	0.0	38	84.4	0.3	13
皮膚感覚	0	0.0	45	97.8	0.1	15	0	0.0	42	93.3	0.2	14

成績群は平均点以上を高得点群とし、平均点以下を低得点群とした。
新技術を獲得できたと思う実験項目を1～3位までと、順位を表記しなかったものについてはすべて0点として集計してその人数を%で示した。

均点以上を高得点群(H)とし、平均点以下を低得点群(L)とした。新技術を獲得できたと思う実験項目を1～3位(得点7～5)までと、順位を表記しなかったものはすべて得点を0点として集計し、その人数と各群に占める割合(%)を示した。その結果1～3位までの高得点をつけた学生はH群では1位がAstrimTM、2位が体組成・骨量、3位が酸素飽和度の順であり、L群では1位AstrimTM、2位が体組成・骨量、3位は心電図の選択であった。両群ともAstrimTM、体組成・骨量は70～80%の学生が選択したのに対し、酸素飽和度を選択したものはH群では60%で第3位であったものの、L群では40%に止まり、心電図の47%より選択率が低かった。一方、順位をつけなかった種目(得点0点)は、H群では皮膚感覚、血球抵抗実験、血球の比重であり、これら3項目を最新技術でないと考えた。一方、L群では唾液腺、皮膚感覚、血球の比重を0とした。また、各実験項目順位を集計方法で説明したように得点化し、H群、L群ごとに集計して各項目の平均点を算出し、順位をつけた。H群では1位がAstrimTM、2位が体組成・骨量、3位が酸素飽和度の順であり高得点をつけた順位と差はなかった。一方、L群では1位が体組成・骨量、2位がAstrimTM、3位は心電図の選択であり、高得点をつけた順位と1位と2位が逆転した。

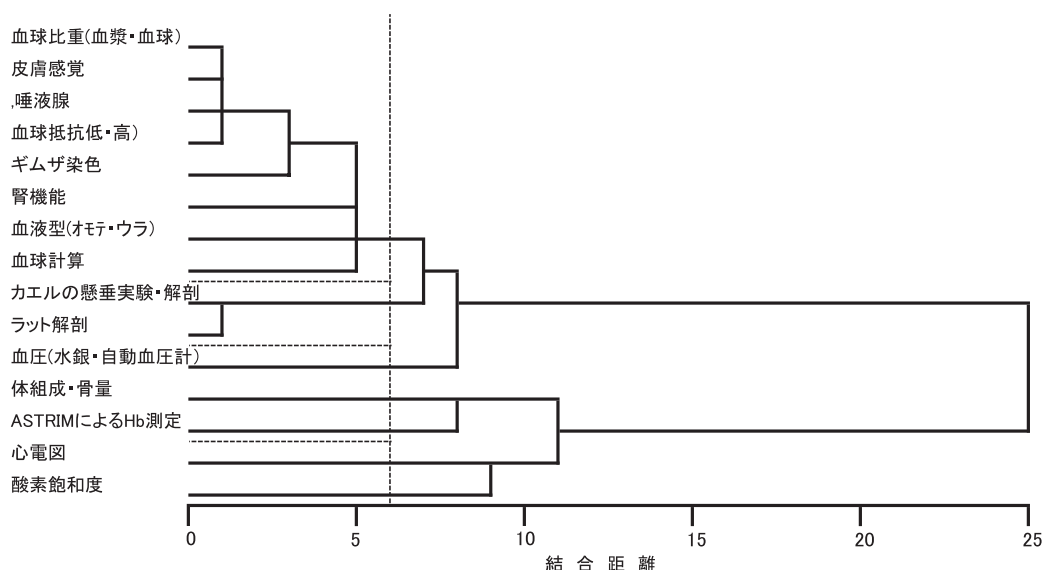


図1. 最新機器を用いて実験したと思うクラスター分け
被験者91名 クラスター分析したものをデンドログラムと
して表わした

図1は学生が15項目の実験のうち最新機器を用いて最新技術を得られたと思う実験はどのような項目であったか、被験者91人を変数としてクラスター分析をし、デンドログラムとして示したものである。この図から血球比重(血漿・血球)と皮膚感覚と唾液腺と血球抵抗低・高)、カエルとラットの解剖、体組成とAstrimTM、心電図と酸素飽和度には類似性があり、血球比重(血漿・血球)と皮膚感覚と唾液腺と血球抵抗低・高)を選択するものはギムザ染色も選択し、さらに血液型や腎機能を選択することが認められる。また、カエルとラットを選択するものは血球計算、血液型、腎機能を選択する。一方、体組成・骨量と心電図を選択するものはAstrimTMと酸素飽和度をともに選択するかAstrimTMのみの選択かで2つのクラスターに分類される。また、これらを4つのグループに分類し、各グループの重要な項目がどの項目によって決定されるのかを判別分析により検討した。

表4．新機器として選択した実験項目のクラスター別平均値

実験項目 クラスター	体組成・ 骨量	心電図	血圧	血球 抵抗	カエル	ラット	腎機能	血液型	血球 比重	ギムザ 染色	血球 計算	ASTRIM	唾液腺	酸素 飽和	皮膚 感覚
1	5.42	3.96	2.25	0.20	0.29	0.29	0.56	0.91	0.16	0.85	1.35	6.20	0.24	5.31	0.00
2	0.91	1.27	1.36	1.09	5.55	6.18	2.27	3.18	0.18	1.45	2.64	2.00	0.27	0.18	0.00
3	6.50	1.63	3.13	0.75	0.63	0.00	4.25	2.00	1.13	1.13	2.00	2.38	1.50	0.63	0.38
4	6.53	4.82	1.24	0.41	1.82	1.65	0.41	0.88	0.18	0.76	1.47	5.71	0.00	1.47	0.65
平均	5.18	3.59	2.03	0.40	1.24	1.23	1.07	1.27	0.25	0.93	1.58	5.26	0.31	3.56	0.15

被験者は総数91人でクラスター1は55人、クラスター2は11人、クラスター3は8人、クラスター4は17人である。
各実験項目の平均値以上の項目を太字で示す。

表4に新機器として選択した実験項目のクラスター別平均値を示す。クラスター1に属するものは55人、クラスター2は11人、クラスター3は8人、クラスター4は17人である。各実験項目における平均値以上の項目はクラスター1では体組成・骨量、心電図、血圧測定、Astrim™、酸素飽和度であり、クラスター2は解剖、血液型、ギムザ染色、血球計算であり、クラスター3は体組成、血圧、腎臓、血液の比重、ギムザ染色、血球計算、唾液腺、皮膚感覚を選択し、クラスター4は体組成・骨量、心電図、カエル、ラット、Astrim™、皮膚感覚が平均値以上であった。最新機器の第1位はクラスター1ではAstrim™を、クラスター3および4は体組成・骨量計を選択したが、クラスター3では第2位に腎機能、第3位に血圧を新機器として選択しており、クラスター4のAstrim™、心電図を選択したものと大きく異なった。一方、クラスター2ではラットを第1位とし、次いでカエル、血液型を選択しており、全く他の3群と異なった。

2) 解剖生理学実験への関心度

表5は解剖生理学実験への関心度を示す。水準の尺度は先に示した評点の仕方に従った。その結果、全体で最も関心度の高かった項目は体組成であり、Astrim™は第3位、パルスオキシメーターは第9位であった。最も低い関心項目は血球の比重と、血球抵抗試験であった。なお、血球比重については今後の実験項目から除外予定であるので以後の検討に加えなかった。

表6は解剖生理学実験項目間における興味増加度の相関係数を示す。項目間に強い相関が見られるものと、全く相関を示さないものがあった。そこで、解剖生理学実験に対して14実験項目(血球比重は除外した)のどれが関心度の増加に寄与したのかを検討するために、4つのクラスターに分けて判別分析を実施して検討した。

表7にはクラスター群別にみた解剖生理学実験への関心度の増加に寄与した実験項目の平均値を示す。学生全員の平均値以上の評点であったものはクラスター1ではカエル、ラット、腎機能であり、それ以外は全て平均値以下であった。クラスター2は体組成・骨量、心電図、血

表5 解剖生理学実験への関心度

実験項目	M	SD
体組成・骨量	2.07	1.00
腎機能	1.69	1.04
ASTRIM	1.67	0.92
血液型	1.62	1.04
心電図	1.49	0.97
唾液腺	1.44	0.96
血球計算	1.37	1.03
ラット	1.32	1.53
酸素飽和度	1.22	0.93
カエル	1.21	1.59
血圧	1.2	0.96
ギムザ染色	1.04	0.95
皮膚感覚	0.92	0.92
血球抵抗	0.84	1.00
血球の比重	0.81	0.87

水準の尺度は実験開始前の関心度を0として、実験終了時その関心が増加した場合は+1～+3(最も興味がある場合は+3)、低下した場合は-1～-3(非常に興味がもてなかった場合は-3)の段階として示した。
総数 91人 Mは平均値 SDは標準偏差

表 6 . 解剖生理学実験項目間の興味増加度相関係数

	体組成・骨量	心電図	血圧	血球抵抗	カエル	ラット	腎機能	血液型	血球比重	ギムザ染色	血球計算	ASTRIM	唾液腺	酸素飽和度	皮膚感覚
体組成・骨量	-	**	**									*			
心電図		-	**										*	*	
血圧			-	*					**	**		*	**	*	
血球抵抗				-		**	*		**	**	*		*		
カエル					-	**	**						**		
ラット						-	**						*		
腎機能							-						**		
血液型								-	**			**	*		**
血球比重									-	**	**				**
ギムザ染色										-	**	*	**	**	
血球計算											-	*	*	*	
ASTRIM(Hb量)												-	**	**	**
唾液腺													-	**	
酸素飽和度														-	**
皮膚感覚															-

* p<0.05, ** p<0.01

表 7 . クラスター群別にみた解剖生理学 (実験) への関心度の増加に寄与した実験項目の平均値

実験項目	体組成・骨量	心電図	血圧	血球抵抗	カエル	ラット	腎機能	血液型	ギムザ染色	血球計算	ASTRIM	唾液腺	酸素飽和度	皮膚感覚
1	1.63	0.84	0.50	0.66	1.84	1.78	1.91	1.22	0.59	0.88	1.25	1.03	0.75	0.59
2	2.52	1.90	1.48	0.81	-0.10	0.24	1.48	1.71	1.48	1.62	1.95	1.67	1.43	1.10
3	1.90	1.40	1.20	0.20	-1.40	-1.40	0.20	1.30	0.40	1.20	1.00	0.70	0.80	0.50
4	2.29	1.96	1.79	1.29	2.39	2.57	2.14	2.11	1.46	1.82	2.18	2.00	1.75	1.32
平均	2.07	1.49	1.20	0.84	1.21	1.32	1.69	1.62	1.04	1.37	1.67	1.44	1.22	0.92

被験者は総数91人でクラスター1は32人、クラスター2は21人、クラスター3は10人、クラスター4は28人である。
各実験項目の平均値以上の項目を太字で示す。

圧, 血球抵抗, 血液型, ギムザ染色, 血球計算, AstrimTM, 唾液腺, 酸素飽和度, 皮膚感覚が平均値以上であるが, カエル, ラットの実験は大きく平均値を下回り, 実験終了後に開始前と関心度の変化が認められなかった。クラスター 3 は特にカエルやラットの解剖実験に対して関心度が実験開始前より低下を示しているが, このクラスターは全ての実験項目について平均値以下であった。一方, クラスター 4 は全ての項目が平均値以上あり, 体組成以外は 4 群中全て, 最高得点であり, 特にカエルやラットの解剖が高得点あった。

3) 血球計算盤による赤血球の計測実験とAstrimTMによるヘモグロビン測定

図 2 はAstrimTMと血球計算盤を用いた実験における成績群別アンケート項目評点を示す。A 関係項目ではH群がL群と比較して 3 の「実験そのものが取り組みやすかった」(p<0.05), 9 の「実験装置の精度が良い」と思った(p<0.01), 12 の「ヘモグロビン量が多かった」(p<0.05) がAstrimTMに高い評点をつけた。ところが, 11 の「計測値を算定する時理解しやすかった」(注 計測の仕方), 13 の「計測値算定の仕方が理解しやすかった」(注 実際に測定した値からμl 或いはdl 中に含まれる量に換算すること)或いは, 14 の「運動前後の血球数の変化が良く分かった」の項目についてはH群が平均で血球計算盤の方にシフトしていた。特に 13 には群間の差の傾向が認められた(p<0.091) B群の血球計算盤に主に関係する項目については両群とも血球計算盤への評点にシフトしており, 特に 16 の「達成感」ではH群が有意に高かった(p<0.05)。また, 8 の「生命の神秘さ」や「赤血球の多さへの感動」はH群で高い傾向を示した。

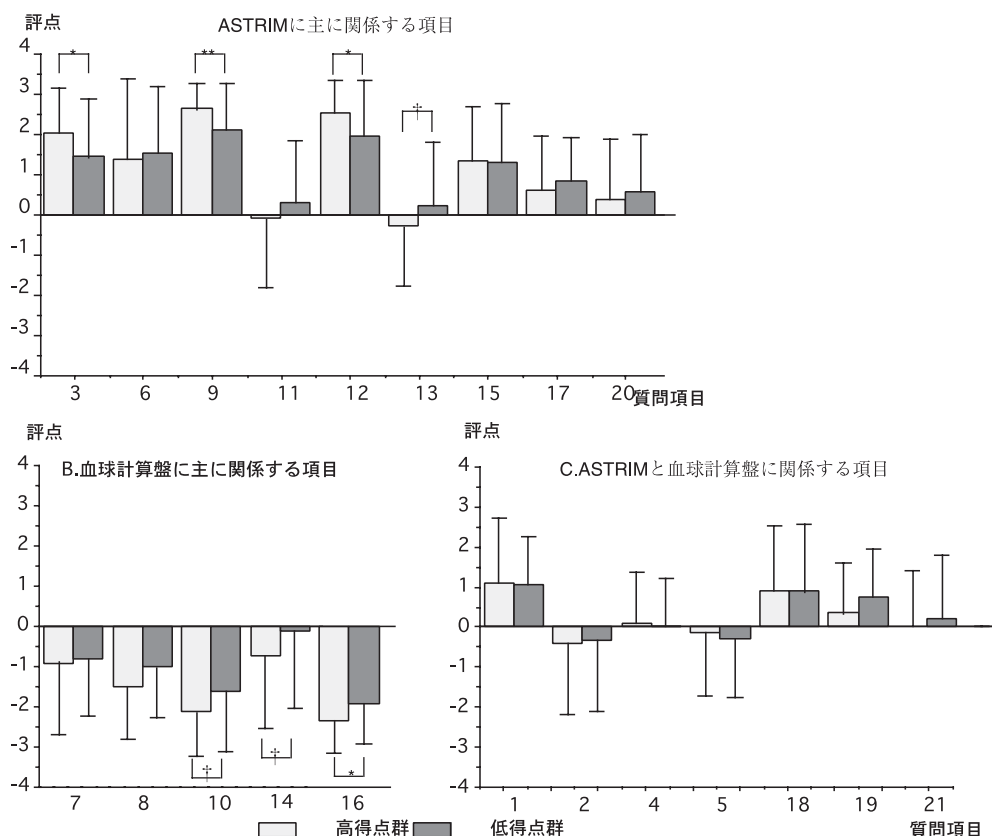


図2．ASTRIMと血球計算盤を用いた実験における成績群別アンケート項目評点

質問項目のNo.の説明

A. ASTRIMに関する項目

3. 取り組みやすさ
6. 実験の使用時間の長短の感じ
9. 実験の精度
11. 計測値算定の理解のし易さ
12. ヘモグロビン量の理解
13. 計測値算定の仕方の理解のし易さ
15. 誤差の少なさ
17. 酸素飽和度への関心
20. 利用価値

B. 血球計算盤に関する項目

7. 実験技術の向上
8. 生命の神秘さ
10. 赤血球の多さへの感動
14. 運動前後の血球数変化の理解度
16. 達成感

C. ASTRIMに関する項目と血球計算盤に関する項目

1. やるべきことが分かった
2. 楽しい
4. 開始前の実験への意欲
5. 終了後の実験への意欲
18. 貧血予防への関心
19. 生活習慣病への関心
21. 栄養士としての有効性

考 察

近年、近赤外光を利用した無侵襲計測器が、果実の糖度や食肉の脂質の成分分析などに利用されている³⁻⁵⁾。この近赤外光が無侵襲性計測に適しているため医用機器にも応用されている。中でも、酸化ヘモグロビンと還元ヘモグロビンの波長の相違を利用して動脈中の酸素飽和度を計測するパルスオキシメーターや血中ヘモグロビン量を測定する末梢血管モニタリング装置Astrim™が開発された⁶⁾。パルスオキシメーターは1972年に日本の青柳卓雄氏によって開発され⁷⁾、1975年にはOLV-5100として日本で実用化された。その後改良が加えられ、現代では臨床面で広く利

用されているが⁸⁾、今回使用したOLV-3100は2000年にモデルチェンジされたものである。また、世界人口の30%が貧血状態にあると言われるが⁹⁾、貧血の程度を知るためには血中のヘモグロビン量を定期的に検査することが必要である。ところが従来から行われている採血による血中ヘモグロビン量の測定は採血による穿刺事故の問題が指摘されている¹⁰⁾。本実験においても同様で、人体に力点を置いた生理学実験が求められているものの、血液関連の実験は採血者への負担、B及びC型肝炎のような感染症に対する取り扱いなど種々の問題点が生じており、血液使用の実験は制約を強いられている¹¹⁾。すなわち、C型肝炎は40代以上の人たちに多く、20代の若者には少ないとされるが皆無とは言いきれず、またわが国でもHIVなどの感染者が年々上昇している昨今では血液の取り扱いは慎重を期す必要がある。また、余分な採血は痛み、可能な限り血液以外で検査が代替されるように努力すべきであると警告されている¹²⁾。このような状況の中であって、1999年ヘモグロビンの測定に無侵襲性の末梢血管モニタリング装置AstrimTMが発売され普及しつつある¹³⁾。

今回の実験項目においては、先に挙げた新機器の他に超音波法によるRuner社製骨密度計、タニタ社製体組成計、心電計、自動血圧計をはじめ比色分析のために分光光度計、組織標本を確認するために光学顕微鏡等を使用した。自動血圧計は1974年に家庭用アナログ血圧計「HEM-2」として第1号機が発売されて以来爆発的に各家庭に普及し、現在では日経産業消費研究所・消費グループによるアンケート調査の結果では33.2%の普及率とあるように、確実に家庭に定着する傾向にある。実験において使用する自動血圧計は1991年以降ファジー技術を加圧・減圧に応用した最新の血圧計である。このような最新の機器は一般的には誰が測定してもかなり精度が良く、短時間で、簡単に測定できるが、反面、原理は見えにくいことが多い。今回導入したAstrimTMとオキシメーターについても同様のことが言えるが、実験時間延長、採血による事故の問題点解決のために新機器の導入を実施した。

そこで、これまでの実験項目に加えて無侵襲性計測の新機器を導入したことが、学生の意欲向上にどのような効果をもたらしたかを検討した。検討方法として、実験と実験のクラスター分析と判別分析の結果(表4、表7)をもとに、それぞれのクラスターに属する人数のクロス分析(表8)をした。次に、成績を新機器選択と解剖生理学実験に対する関心度と、実験終了後の関心度の増加度をクラスター別に一元配置で検討したものを加えて考察した(図3)。

課題の最新技術を獲得できたと思う実験項目アンケートにおいて、どの実験に用いた機器が新機器であったかとするかは議論の余地がある。しかし、1990年代以降に開発或いは実用化された機器すなわちAstrimTM、体組成・骨量、酸素飽和度(パルスオキシメーター)を新機器として考察した。AstrimTM、体組成・骨量は全学生の70~80%が新機器と選択したのに対し、酸素飽和度(パルスオキシメーター)を選択したものはH群の60%に対してL群では40%に止まり、それは心電図の47%より選択率が低かった(表3)。逆にパルスオキシメーターを8位から15位の順位をつけた学生はH群では26%、L群では31%で新機器と理解できない学生がいた。ともかく1位をAstrimTM2位を体組成・骨量計として、3位が酸素飽和度か心電計であるにしても、70~80%の学生が正しく判断していることは評価すべきである。ラットやカエルの実験の実験材料はガラス器具のみで、全く新機器を用いていないにもかかわらず、ラットやカエルを選択した学生は、実験終了時に新機器とは何であるかを理解できていないか、あるいはアンケートの趣旨を理解していない。クラスター分析のクラスター2にあたる11人がこの群に属する(表4、表8)。1位を7点とし、以下1点ずつ減点して7位を1点とし、8位以下15位までは全て0点として得点化したので、クラスター2でラット6.18、カエル5.55ということは1位、2位とも

表 8 . 新機器選択と解剖実験に対する関心度の増加における各クラスターのクロス表

項目	クラスター	解剖実験に対する関心度の増加(人数)				合計 人数
		1	2	3	4	
新機器選択	1	19	11	7	18	55
	2	2	5	1	3	11
	3	5	0	1	2	8
	4	6	5	1	5	17
合計	人数	32	21	10	28	91

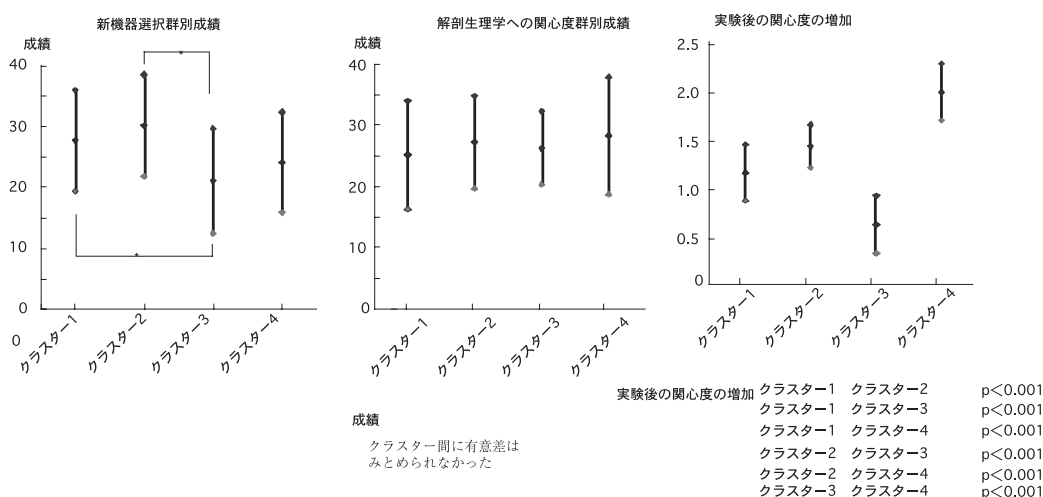


図 3 . 新機器選択と解剖生理学実験に対する関心度のクラスター別成績

に全く新機器を選択していないことを意味する。しかも第3位は血液型であることから、12.1%の学生が新機器を全く理解できていないことになる。

クラスター1は主に最新機器(体組成・骨量, Astrim™, 心電図, 酸素飽和度, 血圧測定)を選択した「最新機器選択群」であり, クラスター2は解剖を中心とした「解剖中心群」であり, クラスター3は体組成, 血圧の他に特に腎機能, 唾液腺に高い得点をした「分析実験中心群」である。クラスター4は酸素飽和度を除いた最新技術として体組成・骨量と心電図, Astrim™を選択した「最新機器一部不完全群」である(表4)。新機器選択のクラスター別成績を1元配置の分散分析で検討すると, 最新機器を選択したクラスター1, および解剖を選択したクラスター2は腎機能を選択したクラスター3とで有意の差を認めた($p < 0.05$) (図3)。従って最新機器を選択したものは解剖生理学実験の内容を正しく理解し, 選択したことが推測され, 一部不完全型を含め新機器選択が概ね正しく選択されたと考えられた。しかし, 先にも述べたが, 解剖を中心に選択したクラスター2はアンケートの趣旨を正しく理解していなかったと推定される。解剖中心群は11人と人数が少ないが(表8), 高得点者が多いのは(図3)最新技術を新しい解剖への興味と解釈したか自分の興味度を優先したと考えられる。事実, 表8のクロス表から分かるように解剖学実験終了後に関心度の増加が最も高いクラスター4に属するものが27.2%, 第2位のクラスター2に属するものが45%あり, 解剖生理学実験に強い関心を持つグループと言える。しかも, クラスター4は全ての項目が平均値以上あり, 体組成以外は4群中全て最高得

点であるうえ、特にカエルやラットの解剖が高得点であった事実を考えると、最新機器に解剖型を選択した理由が解釈できる。クラスター2は逆に体組成・骨量、心電図、血圧、血球抵抗、血液型、ギムザ染色、血球計算、AstrimTM、唾液腺、酸素飽和度、皮膚感覚が平均値以上であるものの、カエル、ラットの実験は大きく平均値を下回っており、クラスター4と対照的であった。新機器に腎機能、唾液腺に高い得点をしたクラスター3の成績は他の群に比し有意に低値であった($p < 0.05$)。「分析実験中心群」はクロス表から解剖生理学実験終了後の関心がカエル、ラット嫌悪群であるクラスター2に属するものは皆無で、逆に解剖と腎のみに興味が集中しているクラスター1に属していた。したがって、恐らく、新機器を使用したヘモグロビンの測定や酸素飽和度の測定に興味を示さなかったものと思われる。いずれにしろ、8割の学生は新機器を新機器として選択していることは満足できる結果と言える。

生理的な赤血球、白血球数を測定することや、運動などの生理的变化によるそれらの増加を観察することは、解剖生理学実験では大切である。採血による血球計測は顕微鏡によって自分の血球像や血球数の多さを見て感動もできる。また、生命の神秘さを感じる学生もいる。その一方で、血液取り扱い上の問題とともに、実験技術を要するために正確さの問題があり、学生たちは「難しい」を連発する。その結果、実験全体として不満感が生じているのも事実である。

課題で実施したアンケートでは、現在の採血による血球計測を非観血的な最新機器の方法に切り替えていくことが解剖生理学実験にとって有用か、或いは両方の実験を組み込んでいくのが良いのかを検討するために実施した。赤血球数と同様に貧血の指標として用いられるヘモグロビン(Hb)の測定法として最近、近赤外光を利用した無侵襲計測器が開発されている。2つの実験を全く同等に評価するのは問題もあるが、AstrimTMの特性と血球計算盤の特性を正しく理解しているかを含めて検討した。

血球計算盤による赤血球の測定とAstrimTMによるHb測定を比較検討した結果、それぞれ上位5項目は以下のものであった。赤血球測定実験では実験に対する達成感、赤血球の多さ、生命の神秘に感動、実験技術の向上、運動前後の血球数の変化を挙げた。一方、AstrimTMによるHbの測定では、実験装置の精度のよさ、自分のHb量の正確な把握、実験への取組みやすさ、所要時間の短縮、実験値そのものの精度のよさを挙げている。これは、実験内容への感動や達成感と同等あるいはそれ以上に、新機器による実験参加への満足感を示しており、新機器導入が実験意欲への向上に役立ち、その目的を十分達成したことを示唆した。

図2から、A群のAstrimTMに主に関係する項目では取り組みやすさとヘモグロビン量の理解に有意の差($p < 0.05$)を認め、また、特に実験の精度ではAstrimTMの評点が高値であった($p < 0.01$)。ところが、11の「計測値を算定する時(注 計測の仕方)理解しやすかった」、13の「計測値算定の仕方(注 実際に測定した値から μl 或いは dl 中に含まれる量に換算すること)が理解しやすかった」或いは、14の「運動前後の血球数の変化が良く分かった」はH群が平均で血球計算盤の方にシフトしていた。特に13には群間の差の傾向が認められた($p < 0.091$)。AstrimTMによるヘモグロビンの測定は瞬時に測定でき、しかもデーターとして100 dl あたりのヘモグロビンとして計算されて算出される。ところが血球計算盤による赤血球数の計算は計算盤による一区画あたりのカウント数が正しくカウントされること、計算盤小区画5ヵ所の赤血球数から1 mm^3 中の全区画数の個数を算定、厚み、メランジュールの希釈倍数などを考慮して理解しなければならない。したがって、これらのことが理解できないと、血球計算盤のどこをカウントしてよいのか分からず、しかも計測数も出せない。理解度の良い学生はAstrimTMより血球計算盤の評点を高くしたのは恐らく計算の仕方が理解できたことと、AstrimTMの方は単に数値のみのな

で、計測値算定の理解のし易さとはいえないと考えたものと推定した。

B群の血球計算盤に主に関係する項目については両群とも血球計算盤への評点にシフトしており、特に 16の達成感ではH群が有意に高かった($p < 0.05$)。また、8の生命の神秘さや赤血球の多さへの感動はH群で高い傾向を示した。

以上のことから、新機器Astrim™を用いた実験は、精度のよさ、実験値の正確な把握、実験への取組みやすさ、実験値そのものの精度のよさの他に所要時間の短縮があり、時間延長に伴う苦情の改善、実験意欲への向上という目的を十分に達成した。しかし、従来からの血球計算盤による器具は基礎的な原理や実験内容への感動や達成感などが修得できるので、新機器と併用して用いることが最善の方法と考える。

結 論

- 1) 解剖生理学実験における関心度では、骨量・体組成測定が第1位、Astrim™が第3位であった。
- 2) 新機器を正しく認識した学生は70~80%おり、その時の「最新機器を用いた」と実感項目は第1位Astrim™、次いで骨量・体組成、心電図、酸素飽和度測定であった。クラスター分析に見ると、12.5%の学生が全く新機器でない項目を新機器使用と回答した。
- 3) Astrim™による実験は、実験装置の精度のよさ、Hb量の正確な把握、実験への取組み易さ、所要時間の短縮、実験値そのものの精度のよさを挙げており、新機器導入は時間延長に伴う苦情の改善とともに実験意欲への向上という目的を十分達成した。
- 4) 従来からの機器は原理を修得する上では重要であり、血球計算盤で見られるように達成感や生命の神秘さを感じることができる。新機器での欠点を補うためには従来の機器も併用するのが最善といえる。

謝 辞

この調査研究に当たり、名古屋女子大学短期大学部栄養科学学生の協力を得たことを記して、感謝の意を表す。またこの研究の一部は平成16年度特別研究助成費（教育に資する研究）の補助を受けて実施した。

文 献

- 1) 名古屋女子大学短期大学部編：平成16(2004)年度授業計画シラバス 186(2004)
- 2) 三浦省五(監) 前田啓朗・山森光陽(編) 磯田貴道・廣森友人：英語教師のための教育データ分析入門 授業が代わるテスト・評価・研究, 112-124, 大修館(2004)
- 3) S. Kawano, H. Watanabe and M. Iwamoto: Determination of Sugar Content in Intact Peaches by Near Infrared Spectroscopy with Fiber Optics in Interactance, Mode, J. Japan. Soc. Hort. Sci., 61(2) 445-451 (1992)
- 4) 草間豊子, 阿部英幸, 河野澄夫, 岩元睦夫：近赤外スペクトルの主成分分析および主成分スコアを用いた判別分析による老化大豆子実の識別, 日本食品科学工学会誌, 44(8)569-578 (1997)

- 5) 河野澄夫：近赤外分光法による品質評価の現状と今後の課題，食料 - その科学と技術 - 30 pp.27-42, 1992
- 6) 浅野 薫：無侵襲計測技術についてSysmex J., 22(1)1150-154 (1999)
- 7) J. W. Severinghaus and Y. Honda:History of blood gas analysis. VII. Pulse oximetry. J. Clin. Monit., 3 (2) 135-138 (1987)
- 8) 青柳卓雄：パルスオキシメトリ，呼吸，11(5) 560-567 (1992)
- 9) World Health Organization :Nutrition for Health and Development: Progress Report. A Global Agenda for Combating Malnutrition, 10 (2000)
- 10) 中瀬俊枝：採血に伴う副作用と事故，臨床病理，88 254 266 (1991)
- 11) 厚生省の指標 厚生統計協会 2005「国民衛生の動向」2005年 第3章 感染症対策 52，119-125，401-405
- 12) NIOSH ALERT Preventing Needlestick Injuries in Health Care Setting November1999DHHS (NIOSH) publication No. No. 2000-108
<http://www.cdc.gov/niosh/200-108.html>
- 13) Y. Kinoshita, T. Yamane, T. Takubo, H. Kanashima, T. Kamitani, N. Tatsumi, M. Hino :Measurement of Hemoglobin Concentrations Using the AstrimTMNoninvasive Blood Vessel Monitoring Apparatus Acta Haematol, 108 : 109-110 (2002)

要 約 (日本語版)

解剖生理学実験では，近赤外光を利用した無侵襲性のヘモグロビン測定装置AstrimTMと酸素飽和度を測定するパルスオキシメーターを導入した．本実験は血球計測，ラット，カエルの臓器観察など15項目の実験を実施している．実験後の学生へのアンケートによって，これらの新機器導入が解剖生理学への関心度を高めたかどうかを検討した．実験への興味度については，第1位が骨量・体組成測定，第2位が腎機能，第3位がAstrimTM，酸素飽和度測定は第9位である．また，最新技術の修得ではAstrimTMが第1位で，次いで骨量・体組成測定，心電図，酸素飽和度の順であった．典型例として，血球計算盤による赤血球測定とAstrimTMによるHb測定についての結果がある．赤血球測定実験では上位に，実験の達成感，生命の神秘への感動，実験技術の向上，運動後の血球数増加を挙げたのに対して，AstrimTMによるHb測定では，装置の精密さ，Hb量の正確な把握，実験への取組みやすさ，所要時間の短縮，実験値の精度のよさを挙げている．これは，従来の実験内容への感動や達成感に加えて，新たな興味が喚起されたことを示しており，新機器導入が実験意欲向上に繋がるという所期の目的を十分達成したことを示唆した．