

# 脊椎動物紅血球之研究

高中組生物科第三名

省立嘉義高級中學

作者：游啓民等四人

指導教師：鄭燭輝

## 一、研究動機

當我們在學校做實驗時觀察各種動物的紅血球，會發現不同動物其紅血球的大小、形狀乃至有無細胞核都有不同程度的差別，爲什麼不同動物的紅血球有這些差別呢？於是進行探討脊椎動物紅血球的實驗。

## 二、研究目的

測定 R . B . C . 大小、數量、血紅素量，探討 R . B . C . 與脊椎動物演化的相同性。

## 三、研究設備器材

(一)實驗儀器：

光學顯微鏡	2 座	接目鏡測微計	2 片
解剖刀	2 支	鏡臺測微計	2 片
解剖剪	1 支	紅血球量管	1 支
解剖針	1 支	Neubauer 計算盤	1 個
解剖盤	1 個	計數器	1 個
吸 管	10 支	Wintrobe 氏管	2 支
針 筒	20 支	離心機	1 臺
試 管	20 支	PIKA 光電比色計	1 臺
載玻片	100 片	顯微攝影器材	1 套
蓋玻片	100 片	底 片	2 捲

燒 杯……………100ml , 300ml 各 2 個

(二)實驗藥品：

抗凝血劑 ( Sodium Citrate Inj. )  
固定染色液 ( Diff. Quik )  
稀釋液 ( Hayem's fluid )  
指甲油  
蒸餾水

(三)實驗動物：

[ 魚 綱 ]

鯉 : 鯉 科 *Cypinus carpio*  
鯽 : 鯉 科 *Carassius auratus*  
鯰 : 鯰 科 *Parasilurus asotus*  
吳郭魚 : 水滑科 *Anodontostoma chacnda*  
鱧 魚 : 鰻 鯽 科 *Anguilla marmorata*

[ 兩生綱 ]

蛙 : 赤 蛙 科 *Rana tigrina*  
蟾 蜍 : 蟾 蜍 科 *Bufo melanosticus*

[ 爬蟲綱 ]

鼈 : 鼈 科 *Amyda sinensis*  
南 蛇 : 黃領蛇科 *Ptyas mucosus*  
龜 : 龜 科 *Geoclemys reevesii*

[ 鳥 綱 ]

白頭翁 : 鶉 科 *Pycnonotus sinensis formosae*  
雞 : 雉 科 *Lophora swinhoii*  
麻 雀 : 文 鳥 科 *Passer montanus " taivanensis "*  
鴿 : 鳩 鴿 科 *Columba livia " intermedia "*  
鴨 : 雁 鴨 科 *Anas Platyrhyncha " Platyrhyncha "*  
山斑鳩 : 鳩 鴿 科 *Oenopopelia tranguebarica " humilis "*

[ 哺乳綱 ]

牛 : 牛 亞 科 *Bostaurus Var. " domestica "*

豬 : 豬 科 *Sus scrofa* "domestica"  
 兔 : 兔 科 *Caprolagus sinensis* "formosis"  
 狗 : 犬 科 *Canis familiaris*  
 人 : 人 科 *Homo sapiens*

#### 四、研究過程或方法

(一) R. B. C. 大小的測量 (單位:  $\mu$ )

血液抹片→固定, 染色→沖洗→封片→鏡檢, 測量

△固定染色用: Diff. Quick

△以接目鏡測微計 ( eyepiece micrometer ) 與鏡臺測微計 ( line interval ) 測量直徑。 (單位:  $\mu$ )

$L = R. B. C. \text{ 直徑}$

**計算式** :  $L = E \times e$      $E = \text{接目鏡測微計格數}$

$e = \text{校正後接目鏡測微計單位刻度 } \mu$

(二) R. B. C. 數目的測量 (單位: 百萬 /  $\text{mm}^3$ )

取血→稀釋→計數

△取血時同時加入 Sodium Citrate

△用 Hayem's fluid 在紅血球量管內稀釋 200 倍。

**計算式** :  $N = \frac{A ( m_1 + m_2 )}{100 \times m_1}$  ( 百萬 /  $\text{mm}^3$  )

$N = \text{單位體積的血球數}$

$A = \text{計算盤任五區的血球總數}$

$m_1 = \text{取血量}$

$m_2 = \text{Sodium citrate 的量}$

(三) R. B. C. 容積的測量 (單位: P%)

取血→離心→測量

△取血時, 加入 Sodium Citrate

△離心速度 3000 rpm, 30 分鐘

△測量用 Wintrobe 管

$$\boxed{\text{計算式}} : P\% = \frac{m_4 (m_1 + m_2)}{m_3 \times m_1} \times 96\%$$

P = R.B.C. 的容積百分比

$m_1$  = 取血量

$m_3$  = 注入 Wintrobe 氏管的量

$m_2$  = Sodium Citrate 量

$m_4$  = 血球沈澱量

(四) R.B.C. 的體積 (單位:  $\mu^3$ )

$$\boxed{\text{計算式}} : V = 10P/N$$

V = R.B.C. 的體積

P = R.B.C. 的容積百分比

N = 單位體積的血球數

(五) 血球素的測量 (單位: mg / 100 ml)

取血 → 稀釋 → 比色 → 換算

△ 取血液 (加抗凝血劑) 0.02 ml

△ 加稀釋液至 5 ml

△ 比色用 PIKA 光電比色計

△ 對照檢量表求 Hb 量

(六) 離心率

$$\text{計算式} : e = \frac{\sqrt{a^2 - b^2}}{a}$$

e = 離心率

a = 長 徑

b = 短 徑

(七) 顯微攝影

裝置器材 → 攝影

△ 攝影器材用 Olympus 小型顯微鏡照像裝置 (規格: PM-6型)

) 及 Olympus 顯微攝影用露出計 (規格 EMM-7型) 目鏡

15X, 物鏡 40X。

△ 底片 (film) : Kodok ASA100

## 五、實驗結果

〔表一〕 實 驗 數 據

	長 徑 ( $\mu$ )	短 徑 ( $\mu$ )	厚 度 ( $\mu$ )	面 積 ( $\mu^2$ )	體 積 ( $\mu^3$ )	離 心 率	數 目 百萬/ mm <sup>3</sup>	容 積 e $\delta$	血 紅 素 量 mg/ 100ml
鯉	15.38	9.4	0.5256	454.19	238.72	0.79	1.87	44.64	13
鯽	15	11.2	0.3069	527.79	161.98	0.67	2.43	39.36	6
鯰	12.90	9.31	0.3055	368.89	112.70	0.69	2.3	25.92	5
吳郭魚	12.22	7.81	0.2881	299.83	86.38	0.77	2.1	18.14	4.5
鱔	16.33	8.17	0.7910	419.14	331.51	0.87	1.39	46.08	14
蛙	23	16.3	0.2683	1177.79	315.95	0.71	0.79	24.96	6.5
蟾蜍	20.7	11.83	0.2438	769.32	187.59	0.82	0.87	16.32	7
鱉	13.07	10.61	1.0089	435.65	439.52	0.58	0.83	36.48	10.5
龜	16.33	10.61	0.3968	544.32	216	0.76	1.2	25.92	7
蛇	17.69	12.64	0.4322	702.54	303.67	0.70	0.98	29.76	9.0
雞	12.2	7.3	0.2830	279.79	79.19	0.80	3.2	25.34	8
麻雀	13.07	6.13	0.2646	299.74	79.30	0.88	2.3	18.24	6.5
鴿	14.7	6.5	0.2638	300.18	79.2	0.90	4.0	31.68	6.5
鴨	12.22	7.1	0.1713	272.57	46.70	0.81	3.7	17.28	6
鳩	14.21	8.47	0.2501	377.23	94.35	0.80	2.94	27.74	9.2
人	7.5	7.5	0.4225	176.72	74.67	0	5.4	40.32	17
狗	7.2	7.2	0.4088	162.86	66.58	0	6.2	41.28	11
兔	7.1	7.1	0.3083	158.37	48.81	0	5.9	28.8	8
豬	6.0	6.0	0.4588	113.10	51.89	0	7.4	38.4	10
牛	6.8	6.8	0.3357	145.27	48.76	0	6.3	30.72	6

〔表二〕 R.B.C. 大小、形狀、數目、血紅素間的相關性

比較種類	相關係數	相關性
R.B.C. 之體積與離心率	0.37	中度相關
R.B.C. 之體積與數目	-0.74	高度相關
R.B.C. 之體積與容積	0.26	低度相關
R.B.C. 之體積與血紅素量	0.25	低度相關
R.B.C. 之離心率與數目	-0.82	高度相關
R.B.C. 之離心率與容積	-0.38	中度相關
R.B.C. 之離心率與血紅素量	-0.32	中度相關
R.B.C. 之數目與容積	0.26	低度相關
R.B.C. 之數目與血紅素量	0.16	低度相關
R.B.C. 之容積與血紅素量	0.74	高度相關

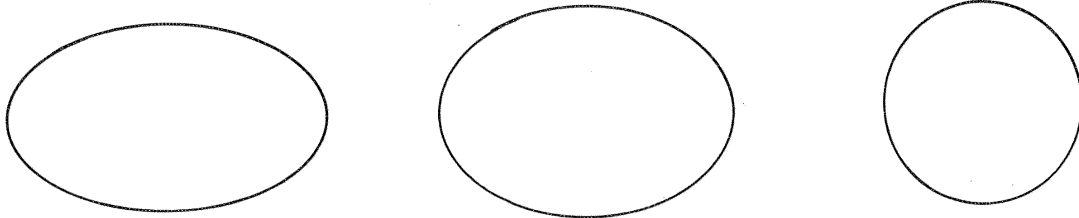
(一) 脊椎動物由於生活環境、生活方式、進化程度的不同，其 R.B.C. 在形狀、大小、數目、容積、血紅素含量均有不同程度的差別。

(二) 本實驗各項測定由 4 人各作 3~5 次平均以減少誤差。

(三) 血液抹片的染色，用傳統染劑（甲基藍或碘或萊脫氏液）效果欠佳，經探尋用最新鑑別用血液染色液，Diff. Quik 對於紅血球的染色效果不錯。

(四) R.B.C. 形狀由橢圓形到圓形等多種，本實驗用離心率表示，發

現三類型：長橢圓型（鳥類）、短橢圓型（兩生類、爬蟲類、魚類）、圓型（哺乳類）。



（鳥類）

（魚類）

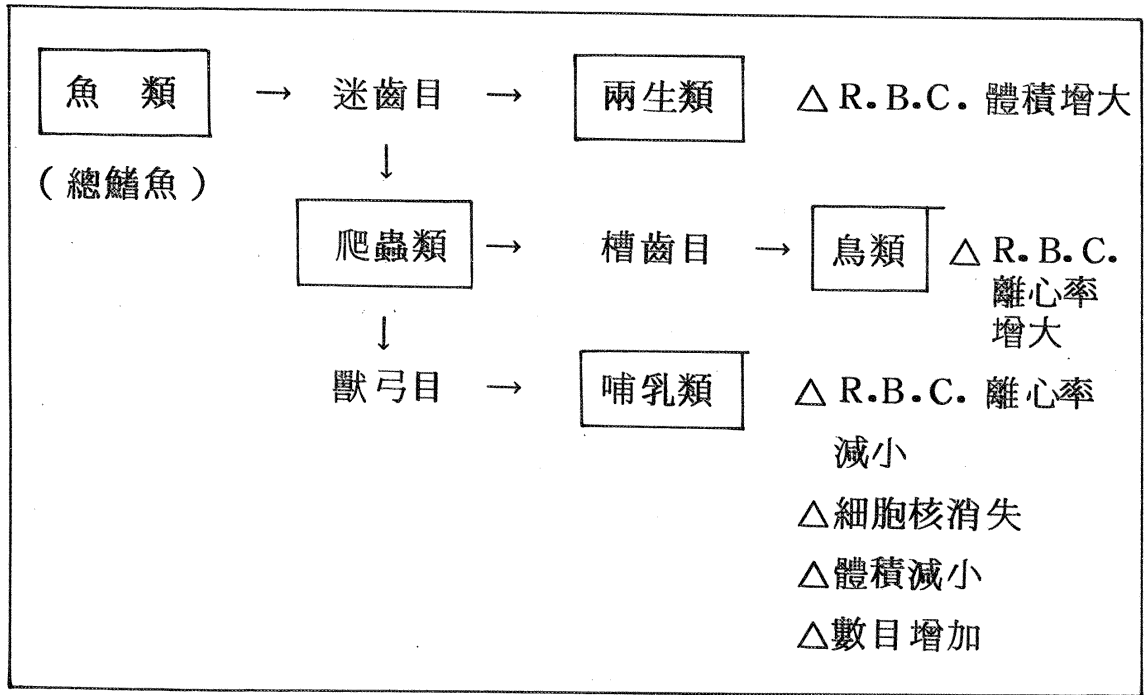
（兩生類）

（爬蟲類）

（哺乳類）

- (五) R.B.C. 細胞核的演化到哺乳類始消失。
- (六) R.B.C. 的大小演化則由變溫動物的大型 R.B.C. (  $100\sim400\mu^3$  ) 演化為小型 R.B.C. 的恒溫動物 (  $50\sim90\mu^3$  )，而變溫動物中由魚類到兩生類間一度演化為較大型 R.B.C. 的兩生類，到爬蟲類又再回復與魚類同型。
- (七) R.B.C. 數目 (  $\text{mm}^3$  ) 的演化與 R.B.C. 大小略呈反比，兩者當屬趨異演化的結果，相關係數 - 0.74，高度相關。(如表二)
- (八) 血紅素含量 (  $\text{mg}/100\text{ml}$  ) 與 R.B.C. 容積 ( % ) 由數學統計算出其相關係數為 0.78，呈高度相關。血紅素含量 (  $\text{mg}/100\text{ml}$  ) 與演化無關，各綱動物的需氧量不同，本實驗中人類血紅素含量特高，狗豬高於兔、牛，魚類則鱈、鯉較高，鯽、鯰、吳郭魚較少，鳥類中鳩、雞高於麻雀、鴿子、鴨。
- (九) 顯微攝影用 Olympus 小型顯微照像裝置及 Olympus 顯微攝影用露出計，為使彩色底片的色彩保持平衡，初使用 LB-45 (淡青色) 濾鏡，效果不佳；次改用 LBD (青紫色) 濾鏡，始能有效降低偏紅光源對底片的效應。

## 六、結 論



※(一)脊椎動物 R.B.C. 的形狀可分下列三種：

a、長橢圓形 (離心率：0.80~0.90) — 鳥類

b、短橢圓形 (離心率：0.60~0.80) — 魚類、兩生類、爬蟲類。

c、圓形 (離心率：0) — 哺乳類

(二)脊椎動物演化到哺乳類，R.B.C. 細胞核始消失，以增加 Hb 含量。

※(三)R.B.C. 的演化由變溫動物的大型 R.B.C. (  $100 \sim 400 \mu^3$  ) 演化為小型 R.B.C. (  $50 \sim 90 \mu^3$  )。變溫動物中由魚類到兩生類 R.B.C. 一度演化為較大型，到爬蟲類又再回復與魚類同型。(如圖三)

※(四)R.B.C. 數目 (  $\text{mm}^3$  ) 的演化與 R.B.C. 大小略呈反比，兩者當屬趨異演化的結果。(相關係數 - 0.74，高度相關)

(五)血紅素含量 (  $\text{mg}/100\text{ml}$  ) 與 R.B.C. 容積 (  $\%$  )，由數學統計算出其相關係數為 0.78，呈高度正相關。

※(六)離心率與 R.B.C. 數目 (  $\text{百萬}/\text{mm}^3$  )，相關係數 - 0.82，呈高度負相關。

$\Delta$  相關係數  $r = 0.7 \sim 1.0$  為高度正相關



$r = 0.3 \sim 0.7$  爲中度正相關

$r = 0 \sim 0.3$  爲低度正相關

$r = -0.3 \sim 0$  爲低度負相關

$r = -0.7 \sim -0.3$  爲中度負相關

$r = -1.0 \sim -0.7$  爲高度負相關

(七)血紅素含量 ( mg/100ml ) 與演化無關。

## 七、參考資料

- (一)高中生物(第二册) P. 33, P. 80~P. 83  
師大科教中心主編 國立編譯館出版  
民國76年1月再版
- (二)高中生物(第三册) P. 96~P. 130  
師大科教中心主編 國立編譯館出版  
民國76年8月再版
- (三)高中基礎生物 P. 3, P. 53~P. 54, P. 60~P. 62  
師大科教中心主編 國立編譯館出版  
民國74年8月再版
- (四)最新生物化學實驗 P. 60~P. 63  
謝魁鵬、魏耀輝編著 藝軒圖書出版社印行  
民國74年元月出版
- (五)生理學大綱 P. 28~P. 33  
吳 襄著 正中書局印行  
民國65年5月12版
- (六)臺灣脊椎動物誌 (查學名用)  
陳 兼 善著 開明書店印行  
民國45年1月出版
- (七)實用血液學 P. 3~P. 13, P. 46~P. 49  
蔡 樹編著 P. 56~P. 60  
興學出版社印行  
民國68年10月再版

(六)血液學技術  
杜 啓 安編譯

P. 1~P. 19 , P. 39~P. 48 ,  
P. 62 ~ P. 64

發明書店印行

民國69年8月初版

## 評 語

本論文有下列創舉也就是具特色。

- (一)使用RBC friction coefficient (阻力係數)把鳥類、兩棲類、爬蟲類、及哺乳類給予分類(歸類)。
- (二)發現上述動物之演化與紅血球(R.B.C.)體積形狀大小有密切相關性，而是成反比關係。但是紅血球中之血紅素含量與演化無關。
- (三)環境、生活方式均可影響R.B.C. 形狀、大小、數目、容積、血紅素含量。
- (四)圖片清晰：資料周詳，可稱是一篇良好之論文。