

# 青海高原几种野禽的血清蛋白和 血红蛋白的电泳分析

张才骏 方之励

(青海畜牧兽医学院)

青海高原栖息着多种珍贵的野生禽类，其中黑颈鹤 (*Grus nigricollis*) 属鹤形目鹤科，是世界上稀有的珍贵野禽，属于国家一类保护动物；蓝马鸡 (*Crossopilon auritum*) 属鸡形目雉科，同样是仅产于我国的珍贵野禽，它与雁形目鸭科的白天鹅 (*Cygnus cygnus*) 都被列为国家二类保护动物；斑头雁 (*Anser indicus*) 和赤麻鸭 (*Tadorna ferruginea*) 属雁形目鸭科，鱼鸥 (*Larus ichthyaetus*) 属鸥形目鸥科，它们均为青海湖鸟岛的经济禽类。近年来，国内对这些禽类的生态习性和繁殖等方面做了大量的研究工作，但对它们血液学方面的研究甚少，其中有关血清蛋白和血红蛋白成分方面的研究则更少，仅见零星报道。为了弄清这些禽类血清蛋白和血红蛋白的电泳组分，研究它们的生物学特性，为兽医临床诊断服务，作者于1983年2月—1985年3月对黑颈鹤、蓝马鸡、白天鹅、斑头雁、鱼鸥、赤麻鸭和斑嘴鹈鹕 (*Felecanus philippensis*) 的血清蛋白和血红蛋白成分进行了电泳分析。现将试验结果报告如下。

## 一、材料与方 法

试验禽类系西宁市人民公园动物园的观赏野禽，计有黑颈鹤5只，白天鹅6只，蓝马鸡5只，斑头雁8只，鱼鸥11只，鹈鹕1只，赤麻鸭12只(皆健康)。试验禽类均饲养1年以上，已适应动物园的环境条件和饲喂方式。

试验禽类于清晨饲喂前由翼下静脉采血。血样分抗凝与不抗凝2种。抗凝血样用EDTA-Na<sub>2</sub>作抗凝剂，进行血红蛋白电泳；不抗凝血样在当天分离出血清，进行血清蛋白电泳分析。赤麻鸭仅采取抗凝血样做血红蛋白电泳。

血清蛋白电泳：以醋酸纤维素薄膜为支持物，在pH 8.6，离子强度0.06的巴比妥缓冲液，电势梯度10—12伏/厘米，电流强度0.4—0.6毫安/厘米条件下，电泳50—60分钟，氨基黑10B染色，按白蛋白(包括前白蛋白)、 $\alpha$ 、 $\beta$ 和 $\gamma$ 球蛋白4部分剪下区带，用0.4当量氢氧化钠洗脱，72-1型分光光度计在620纳米波长时比色定量，计算出白蛋白、 $\alpha$ 、 $\beta$ 和 $\gamma$ 球蛋白的相对比例。

本文1985年10月15日收到。

。 血红蛋白电泳：抗凝血样用生理盐水洗涤红细胞 3—4 次，用氯仿法制备血红蛋白溶血液，除将电势梯度改成 12—15 伏/厘米外，其它均按血清蛋白电泳操作。

统计方法：测定结果按禽别进行统计处理，以均数±标准差的方式表达。

## 二、测定结果

### 1. 血清蛋白

试验野禽的血清蛋白电泳图见图 1。

鹌鹑的血清蛋白经电泳分离出 6 条区带，按其泳动速度依次相当于牛的血清白蛋白、

$\alpha_1$ 、 $\alpha_2$  (2 条)、 $\beta$  和  $\gamma$  球蛋白。

1 黑颈鹤的血清蛋白分离出 6—8 条区带，依次相当于牛的血清白蛋白、 $\alpha_1$  (1—2 条)、 $\alpha_2$ 、 $\beta$  (1—2 条) 和  $\gamma$  (2 条) 球蛋白。

3 白天鹅的血清蛋白分离出 5—6 条区带，依次相当于牛的血清白蛋白、 $\alpha$  (2—3 条)、 $\beta$  和  $\gamma$  球蛋白。

4 斑头雁的血清蛋白分离出 5 条区带，依次相当于牛的血清白蛋白、 $\alpha_1$ 、 $\alpha_2$ 、 $\beta$  和  $\gamma$  球蛋白。

5 鱼鸥的血清蛋白分离出 6 条区带(图 1, 鱼鸥 I)，依次相当于牛的血清白蛋白、 $\alpha_1$ 、 $\alpha_2$ 、 $\beta$ 、 $\gamma_1$  和  $\gamma_2$  球蛋白。

6 蓝马鸡的血清蛋白分离出 5 条区带，依次相当于牛的血清白蛋白、 $\alpha_1$ 、 $\alpha_2$ 、 $\beta$  和  $\gamma$  球蛋白。

8 被检野禽的血清蛋白电泳图上都可看到明显的前白蛋白区带，其中以斑头雁的前白蛋白区带最清晰。

9 各种野禽血清蛋白中血清白蛋白(包括前白蛋白)、 $\alpha$  (包括  $\alpha_1$  和  $\alpha_2$ )、 $\beta$  和  $\gamma$  球蛋白等各组分之间的相对比例和白球指数(白蛋白与球蛋白之比)，见表 1。



图 1 野禽血清蛋白电泳图

Fig. 1 Electrophoregrams of serum protein of wild avians

### 2. 血红蛋白

(1) 牛 (*Cattle*)

(2) 鹌鹑 (*P. philippensis*)

(3) 黑颈鹤 (*G. nigricollis*)

(4) 白天鹅 (*C. cygnus*)

(5) 斑头雁 (*A. indicus*)

(6) 鱼鸥 I (*L. ichthyactus I*)

(7) 鱼鸥 II (*L. ichthyactus II*)

(8) 鱼鸥 III (*L. ichthyactus III*)

(9) 蓝马鸡 (*C. auritum*)

白天鹅、黑颈鹤和蓝马鸡的血红蛋白溶血液，以醋酸纤维素薄膜为支持物电泳，可显现出 2 条血红蛋白区带：泳动速度快的淡染带 ( $HbA_2$ ) 和慢的浓染带 ( $HbA_1$ ) (图 2)。鹌鹑、斑头雁和赤麻鸭的血红蛋白溶血液电泳仅显现 1 条血红蛋白区带 (图 2)。它的泳动速度与黑颈鹤等的慢带相同。

鱼鸥的血红蛋白溶血液电泳呈现 2 种类型：大多数鱼鸥 (10 只，占 90.9%) 为 I 型，显现泳动速度快的淡染带和慢的浓染带；1 只鱼鸥 (9.1%) 为 II 型，显现 3 条血红蛋白区带 (图 3)，即除了 I 型的 2 条区带以外，尚有泳动速度更快的淡染带 ( $HbA_3$ )。3 条区带的相对比例为 91.07:6.94:2.01。

斑头雁、白天鹅、黑颈鹤、鱼鸥、鹌鹑、蓝马鸡和赤麻鸭的各血红蛋白区带之间的相对

表 1 几种野禽的血清蛋白电泳组分

Table 1 The serum protein electrophoresis component in several wild avians.

野禽名称 Name of wild avians	样本数 Number of Sample	血清蛋白组分(%) Serum protein component				A/G
		A	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	
斑头雁 <i>Anser indicus</i>	6	84.42±1.97	7.21±1.76	5.30±1.22	3.07±0.56	5.42
白天鹅 <i>Cygnus cygnus</i>	4	76.25±0.82	8.33±1.14	8.98±0.65	6.46±0.32	3.17
黑颈鹤 <i>Grus nigricollis</i>	5	64.32±5.27	11.54±1.14	13.80±3.61	10.34±1.73	1.80
鱼鸥* <i>Larus ichthyæus</i>	7	62.36±4.79	15.83±4.32	7.83±0.88	13.98±5.54	1.66
鹈鹕 <i>Pelecanus philippensis</i>	1	51.59	24.80	10.91	12.70	1.07
蓝马鸡 <i>Crossoptilon auritum</i>	5	44.70±3.46	19.10±2.61	18.24±3.17	17.96±2.01	0.81

\* 鱼鸥 I 的统计数字 Statistical figures of *Larus ichthyæus* I.

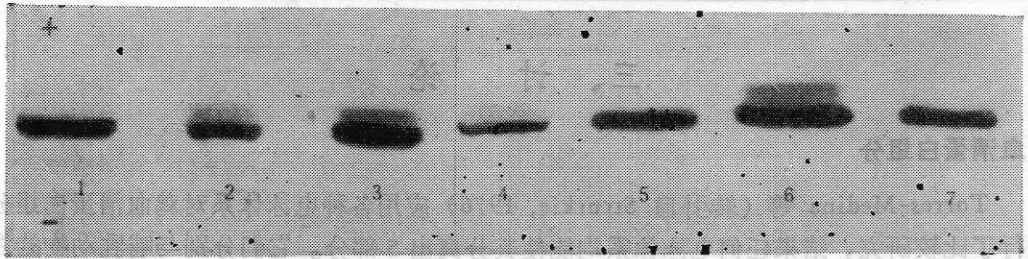


图 2 野禽血红蛋白电泳

Fig. 2 Electrophoregrams of haemoglobin of wild avians

- (1) 鹈鹕 (*P. philippensis*)
- (2) 黑颈鹤 (*G. nigricollis*)
- (3) 白天鹅 (*C. cygnus*)
- (4) 蓝马鸡 (*C. auritum*)
- (5) 斑头雁 (*A. indicus*)
- (6) 鱼鸥 (*L. ichthyæus*)
- (7) 赤麻鸭 (*T. ferruginea*)

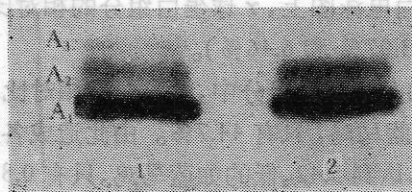


图 3 鱼鸥血红蛋白的电泳模式

Fig. 3 Electrophoretic pattern of haemoglobin of *L. ichthyæus*

- (1) II 型 Type(HbA<sub>1</sub>A<sub>2</sub>A<sub>3</sub>)
- (2) I 型 Type(HbA<sub>1</sub>A<sub>2</sub>)

比例见表 2。



表 2 几种野禽的血红蛋白电泳组分

Table 2 The haemoglobin component separated by electrophoresis in several wild avians.

野禽名称 Name of wild avians	样本数 Number of sample	血红蛋白组分 (%) Haemoglobin component		
		HbA <sub>1</sub>	HbA <sub>2</sub>	HbA <sub>3</sub>
斑头雁 ( <i>Anser indicus</i> )	8	100.0	0	0
白天鹅 ( <i>Cygnus cygnus</i> )	6	91.49±5.72	8.51±5.72	0
黑颈鹤 ( <i>Grus nigricollis</i> )	5	83.04±2.05	16.96±2.05	0
鱼鸥 I 型 ( <i>Larus ichthyaeus</i> I)	10	90.75±2.13	9.25±2.13	0
鱼鸥 II 型 ( <i>Larus ichthyaeus</i> II)	1	91.05	6.94	2.01
鸬鹚 ( <i>Pelecanus philippensis</i> )	1	100.0	0	0
蓝马鸡 ( <i>Crossoptilon auritum</i> )	5	85.46±3.48	14.54±3.48	0
赤麻鸭 ( <i>Tadorna ferruginea</i> )	12	100.0	0	0

### 三、讨 论

#### 血清蛋白组分

Torres-Medina 等 (转引自 Strurkie, 1976) 应用各种电泳体系对鸡血清蛋白组分进行了比较研究, 结果任何电泳体系均能使其分离出 5 部分。它们分别与哺乳动物的白蛋白、 $\alpha_1$ 、 $\alpha_2$ 、 $\beta$  和  $\gamma$  球蛋白相当。本试验各种野禽的血清蛋白电泳图上均显现出 5—8 条区带, 按其泳动速度也分别与哺乳动物牛的血清白蛋白、 $\alpha_1$ 、 $\alpha_2$ 、 $\beta$  和  $\gamma$  球蛋白组分相当。看来, 青海高原几种野禽血清蛋白的电泳组分大体上与哺乳动物牛的相似。然而, 这些野禽的血清蛋白组分还有其本身的特性。

首先, 被检的各种野禽均分离出了明显的血清前白蛋白区带, 其中以斑头雁和鱼鸥的最明显, 而牛的血清蛋白在醋酸纤维薄膜电泳时不易看到前白蛋白区带。

其次, 被检野禽血清蛋白电泳图上,  $\gamma$  球蛋白组分的相对比例普遍较低, 其中以斑头雁和白天鹅的最低 (分别为 3.07% 和 6.46%)。

第三, 各种被试野禽的血清蛋白组分中, 血蛋白的相对比例差异十分悬殊, 高者如斑头雁, 高达 84.32%, 低者如蓝马鸡, 只有 44.7%。由此造成各种野禽的白球指数 (A/G) 差异特别大, 高的如斑头雁, 达到 5.42, 低的如蓝马鸡, 只有 0.81。

第四, 各种被检野禽的血清蛋白电泳图尚有各自的特性。例如: 鸬鹚的血清蛋白有非常清晰的 6 种组分, 除泳动得最快的血清白蛋白组分以外, 球蛋白组分有 5 条区带, 依次为  $\alpha_1$ 、 $\alpha_{2-1}$ 、 $\alpha_{2-2}$ 、 $\beta$  和  $\gamma$  球蛋白; 黑颈鹤的血清蛋白电泳图上,  $\alpha_1$  球蛋白组分淡染, 有 1—2 条区带,  $\beta$  球蛋白组分浓染,  $\gamma$  球蛋白有浓染的快带和淡染的慢带 2 部分; 白天鹅血清蛋白组分的特征为  $\alpha$  和  $\gamma$  球蛋白区带淡染; 斑头雁除血清白蛋白组分特别浓染以外,  $\alpha^1$  和  $\beta$  球蛋白区带浓染,  $\alpha_2$  和  $\gamma$  球蛋白组分淡染。

申林 在血清蛋白电泳图中,特别应该指出的是鱼鸥的血清蛋白显现出3种电泳图(图1)。第1种电泳图(占63.6%)上显现6条区带,第2种电泳图(占27.2%)与第1种相似,只是 $\beta$ 和 $\gamma$ 球蛋白部分呈蘑菇样膨大;第3种电泳图(占9.1%),有乳糜血清泳出,它与第1种电泳图的区别在于 $\alpha$ 球蛋白区无清晰的区带,而只有一片淡染区, $\beta$ 球蛋白分成2条着色程度大致相同的区带, $\gamma_2$ 球蛋白淡染。我们认为,同种动物呈现不同的血清蛋白电泳图,其原因可能有2种:一是被检动物只是临床健康者,可能有某种亚临床型疾患,尤其是呈现第3种电泳图的鱼鸥血清呈乳糜状,更加证实这种可能性的存在;二是动物本身的个体差异,也即它们的血清蛋白的组分存在着能遗传的生化多态现象。血清蛋白的生化多态现象在其它野禽中也存在,如有的黑颈鹤的血清蛋白电泳图上只有血清白蛋白、 $\alpha_1$ 、 $\alpha_2$ 、 $\beta$ 、 $\gamma_1$ 和 $\gamma_2$ 球蛋白6条区带,有的黑颈鹤则显现出8条区带,其中 $\alpha_1$ 和 $\beta$ 球蛋白组分均区分成2条区带。白天鹅的 $\alpha$ 球蛋白,有的显现3条染色和宽度相同的区带,有的只有2条区带。

## 2. 血红蛋白成分

(1) 血红蛋白成分:多数研究者认为(Strukie, 1976; Bist, 1971.),成年禽类至少有2类血红蛋白:泳动速度慢的HbA<sub>1</sub>和泳动速度快的HbA<sub>2</sub>。Ghosh(1965)的研究证实禽类还有第3种血红蛋白。Washburn(1968, 1976)曾报道鸡具有一种突变性血红蛋白,其泳动速度较HbA<sub>2</sub>为快。胡祖禹等(1984)也曾在西藏藏鸡和来航鸡中发现这种突变性血红蛋白成分。我们在青海高原7种野禽中,共发现3种血红蛋白成分:泳动慢的HbA<sub>1</sub>,泳动快的HbA<sub>2</sub>和泳动最快的HbA<sub>3</sub>。有的禽类如鹈鹕、斑头雁、赤麻鸭只有HbA<sub>1</sub>成分,有的禽类如黑颈鹤、白天鹅、蓝马鸡、鱼鸥兼有HbA<sub>1</sub>和HbA<sub>2</sub>成分,而个别鱼鸥则兼有3种Hb成分。被检的7种野禽分别属于5个目的动物,但在本实验中看不出血红蛋白成分与动物的类别有何联系。

(2) 血红蛋白电泳模式:被检的7种野禽中,除鱼鸥以外,其它禽类的血红蛋白都只有1种电泳模式。黑颈鹤、白天鹅、蓝马鸡均为兼有2种血红蛋白成分的HbA<sub>1</sub>A<sub>2</sub>型,而

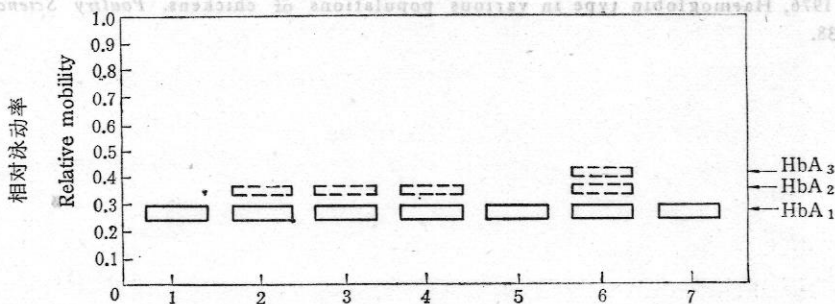


图4 7种野禽血红蛋白成分的相对泳动率

Fig. 4 The relative electrophoretic mobility of Hb seven wild avians

- |                               |                               |
|-------------------------------|-------------------------------|
| (1) 鹈鹕 <i>P. philippensis</i> | (2) 黑颈鹤 <i>G. nigricollis</i> |
| (3) 白天鹅 <i>C. cygnus</i>      | (4) 蓝马鸡 <i>C. aurium</i>      |
| (5) 斑头雁 <i>A. indicus</i>     | (6) 鱼鸥 <i>L. ichthyaetus</i>  |
| (7) 赤麻鸭 <i>T. ferruginea</i>  |                               |

鹌鹑、赤麻鸭和斑头雁都是只有1种血红蛋白成分的 HbA<sub>1</sub> 型。鱼鸥血红蛋白有2种电泳模式：兼有 HbA<sub>1</sub> 和 HbA<sub>2</sub> 成分的 Hb I 型（占 90.9%）以及其有3种血红蛋白成分（HbA<sub>1</sub>、HbA<sub>2</sub> 和 HbA<sub>3</sub>）的 Hb II 型。

(3) 血红蛋白的泳动速度：由图 4 可见，7 种野禽的慢淡染带 HbA<sub>1</sub> 和快淡染带的相对泳动率基本一致，而鱼鸥所特有的最快淡染带 HbA<sub>3</sub> 的相对泳动率最快。不过，无论是 HbA<sub>1</sub>、HbA<sub>2</sub>，还是 HbA<sub>3</sub> 成分的泳动率都较哺乳动物的慢得多。

#### 四、小 结

(1) 青海高原野禽黑颈鹤、白天鹅、鹌鹑、斑头雁、鱼鸥和蓝马鸡的血清蛋白经电泳可分离出 5—8 条区带，它们分别与牛血清蛋白的白蛋白， $\alpha_1$ （1—2 条）、 $\alpha_2$ （1—2 条）， $\beta$ （1—2 条）和  $\gamma$ （1—2 条）球蛋白组分相当。被检各种野禽的血清蛋白电泳图上均有明显的前白蛋白区带， $\gamma$  球蛋白组分的相对比例普遍较低。各种野禽的血清蛋白电泳图尚有其种的特殊性。

(2) 青海高原 7 种野禽的血红蛋白经电泳总共分离出 3 种 Hb 成分：泳动速度慢的 HbA<sub>1</sub>，较快的 HbA<sub>2</sub> 和最快的 HbA<sub>3</sub>。斑头雁、鹌鹑和赤麻鸭血红蛋白，只显现出 HbA<sub>1</sub> 成分，黑颈鹤、白天鹅、蓝马鸡均显现出 HbA<sub>1</sub> 和 A<sub>2</sub> 2 种成分，而鱼鸥呈现 2 种电泳模式：绝大多数为兼有 HbA<sub>1</sub> 和 HbA<sub>2</sub> 成分的 Hb I 型，个别为具有 HbA<sub>1</sub>、HbA<sub>2</sub> 和 HbA<sub>3</sub> 3 种成分的 Hb II 型。

#### 参 考 文 献

- 胡祖禹、汪家椿、韩行赞、张佑仁、余广海、曾群辉、何玛琍、谢后清、濮洁，1984，西藏高原藏鸡及白色来航鸡的一些高原生理特性研究。畜牧兽医学报，15(1)：27—31。
- Bist, S. S., 1971, Studies on types of haemoglobin poultry blood. *Animal Breeding Abstracts*, 39(4): 778.
- Strukie, P. D., 1976, *Avian Physiology*, 3<sup>rd</sup> Ed., «禽类生理学» 翻译组译校，(1980)，64—102，科学出版社。
- Washburn, K. W., 1968, Inheritance of an abhaemoglobin in a randobreed. population of domestic fowl. *Poultry Science*. 47: 561—564.
- , 1976, Haemoglobin type in various populations of chickens. *Poultry Science*, 55(1): 436—438.

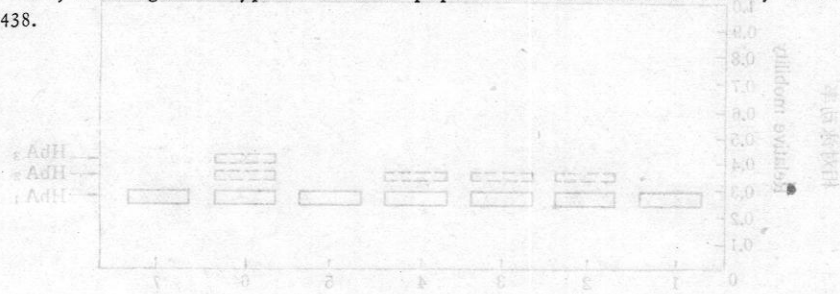


图 4 7 种野禽血红蛋白的相对电泳泳动率

- (1) 鹌鹑 *Gallus gallus*  
 (2) 斑头雁 *Anas platyrhynchos*  
 (3) 白天鹅 *Cygnus cygnus*  
 (4) 黑颈鹤 *Grus nigricollis*  
 (5) 赤麻鸭 *Anas boschas*  
 (6) 蓝马鸡 *Lophura tibetana*  
 (7) 鱼鸥 *Puffinus puffinus*



# ELECTROPHORETIC ANALYSIS OF SERUM PROTEIN AND HAEMOGLOBIN OF SEVERAL WILD BIRDS ON THE QINGHAI PLATEAU

Zhang Caijun Fang Zhili

(Qinghai Animal Husbandry and Veterinary Medicine College)

This paper deals with the character of electrophoregram of the serum protein and haemoglobin in several wild avians on Qinghai Plateau. The examined wild avians consisted of 5 *Grus nigricollis*, 6 *Cygnus cygnus*, 8 *Anser indicus*, 11 *Larus ichthyaetus*, 5 *Crossoptilon auritum*, 1 *Pelecanus philippensis* and 12 *Tadorna ferruginea* living in Xining People's Park. Their blood samples were analysed by means of CAM electrophoresis. The results of the analysis are summarized below:

1. Five to seven bands were showed on the electrophoregram of the serum protein in the wild birds on Qinghai Plateau. The bands corresponded to the albumin and the globulin consisted of  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ,  $\beta$  and  $\gamma$  fractions in mammals (cattle). A prealbumin fraction was visible on the electrophoregram. Depending upon the species, there may be higher or lower relative proportion of the albumin, ranging from 44.7% to 84.4%. Generally, a relative proportion of the globulin fraction was lower. The electrophoregram of the serum protein in different wild avian has its own character of species.

2. The haemoglobins in seven wild birds were totally separated into 3 fractions, including a slower moving band called HbA<sub>1</sub>, a faster band called HbA<sub>2</sub> and the fastest band called HbA<sub>3</sub>. The haemoglobin of *A. indicus*, *P. philippensis* and *T. ferruginea* only presented HbA<sub>1</sub>, and of *G. nigricollis*, *C. cygnus* and *C. auritum* consisted of HbA<sub>1</sub> and HbA<sub>2</sub>. The haemoglobin of *L. ichthyaetus* may present two electrophoretic patterns. Most of it (90.9%) was type I consisted of HbA<sub>1</sub> and HbA<sub>2</sub>, and the rest of which (9.1%) was type II consisted of HbA<sub>1</sub>, HbA<sub>2</sub> and HbA<sub>3</sub>.