

an indirect effect? We are inclined to believe that there is. The blood-thymus barrier does not interfere with the traffic of syngenic cells between, for example, bone marrow and thymus⁷. A cell of foreign origin but with a similar inclination as a syngenic stem cell might thus participate in this traffic and act at the same time as a vehicle for its tolerance-inducing antigens, if it were not detected as foreign before entering thymus. Such a condition could be met if the antigen recognition mechanism of the recipient were not yet developed or temporarily suppressed, for example by irradiation. The ease with which transplantation tolerance is induced during the perinatal period, the findings in the thymus of antigenically different cells originating from spleen cell inocula which had been used to induce either tolerance in new-born²³ or recovery in lethally irradiated adult mice²⁴, and the resumed thymus-dependency of irradiated adult animals²⁵ appear compatible with such a view even though a cause-effect relationship between the presence of cellular antigen in thymus and the tolerance pattern of host response cannot be proved so far. This question is being further studied.

Résumé. La tolérance de transplantation a été induite dans une combinaison antigéniquement faible du donneur

et receveur par l'irradiation sublétale et le prétraitement antigénique spécifique chez la souris adulte. Les résultats obtenus sont compatibles avec l'idée que la fonction hypothétique du thymus lors du développement de l'autotolérance puisse jouer un rôle même dans la tolérance expérimentelle envers l'antigène étranger autant que cet antigène est permis d'entrer, sur quelque principe, dans le thymus.

MARTA VOJTIŠKOVÁ and ALENA LENGEROVÁ

*Institute of Experimental Biology and Genetics,
Czechoslovak Academy of Sciences, Prague
(Czechoslovakia), April 15, 1965.*

²³ J. J. TRENTIN and J. SESSION, in *Mechanisms of Immunological Tolerance* (Prague 1962), p. 31.

²⁴ C. E. FORD, P. L. T. ILBERRY, and J. F. LOUTIT, *J. cell. comp. Physiol.* 50, 109 (1957).

²⁵ J. F. A. P. MILLER, S. M. A. DOAK, and A. M. CROSS, *Proc. Soc. exp. Biol. Med.* 112, 785 (1963).

Hämatologische Untersuchungen am Spitzhörnchen *Tupaia tana* (Raffles 1821) (*Tupaiidae, Prosimiae*)

Die Spitzhörnchen (*Tupaiidae*), kleine in Südostasien beheimatete Säugetiere gewinnen wegen ihrer basalen Zwischenstellung zwischen Insektivoren und Halbaffen (*Prosimiae*) zunehmend an wissenschaftlichem Interesse. Nach der vorherrschenden Meinung werden sie als Infraordo *Tupaiiformes*¹ der Subordo *Prosimiae* zugerechnet, wobei sie den Insektenfressern, aus denen sich die Primaten entwickelt haben, noch sehr nahe stehen. Andere Autoren stellen sie als Subprimaten noch näher zu den Insektivoren, unbestritten bleibt jedoch ihre wichtige Zwischenstellung. Diese hat inzwischen zu einer Reihe von anatomischen, biologischen und ethologischen Untersuchungen geführt², zumeist an der Art *Tupaia glis* Diard 1820. Hämatologische Untersuchungen sind uns bei einer Literaturanalyse² bisher nicht bekannt geworden, es sei daher über erste diesbezügliche Befunde berichtet.

Zur Untersuchung gelangte ein Pärchen adulter Tiere von *Tupaia tana* (Raffles 1821), das über den Tierhandel in juvenilem Zustand aus Thailand bezogen worden war. Zum Vergleich wurde als Vertreter der Insektivoren ein fast erwachsenes Männchen des Igels (*Erinaceus europaeus* L.) mit herangezogen; die jeweils erhobenen Befunde wurden den Normwerten bei erwachsenen Menschen gegenüber gestellt. Die Blutentnahme erfolgte beim Spitzhörnchen aus dem caudalen Venenplexus unterseits etwa in der Mitte des Schwanzes, beim Igel an der Aussenseite des Unterschenkels der hinteren Extremität.

Beim Spitzhörnchen ist die Erythrocytenzahl im Vergleich zum Menschen relativ hoch, sie beträgt 5,5 bis 6 Millionen/mm³ (Mittel 5,8 Mill.). Dem entspricht auch der durchschnittlich über 45% liegende Hämatokritwert (Normalwert beim Menschen zwischen 42 und 45%). In

diesem Zusammenhang sei erwähnt, dass nach neueren Untersuchungen³ an Populationen von Wildsäugern bei systematisch nahestehenden Arten eine Korrelation zwischen Erythrocytenzahl und Körpergewicht besteht, wobei die Zahl der roten Blutkörperchen mit abnehmendem Körpergewicht zunimmt. Der Hämoglobin gehalt des einzelnen Erythrocyten liegt bei *Tupaia tana* mit 29,3 γ unter dem Normwert des Menschen (32,0 γ). Entsprechend finden sich bei der panoptischen Färbung nach Pappenheim häufig Hypochromasie, Polychromasie und ganz vereinzelt auch basophile Tüpfelung der Erythrocyten. Hinsichtlich Grösse und Form sind keine wesentlichen Abweichungen im Vergleich zum Menschen zu beobachten, eine erheblichere Anisocytose oder Poikilocytose besteht nicht. Makrocyten, Megalocyten oder kernhaltige Vorstufen konnten im peripheren Blutbild nicht gefunden werden.

Beim Igel beträgt die Erythrocytenzahl im Mittel 5 Millionen/mm³, das Gesamthämoglobin und damit auch der Hb-Gehalt des einzelnen Erythrocyten liegt deutlich über dem des Menschen. Auffällig ist die starke Grössenschwankung (neben Zellen mit 7 μ ø relativ häufig Makro- und Megalocyten) sowie das Vorkommen von Formverschiedenheiten (Poikilocytose) bei den roten Blutkörperchen. Dabei fanden sich – ähnlich wie beim *Tupaia tana* – deutlich ausgeprägt Polychromasie und basophile Tüpfelung der Erythrocyten. Da jedoch der Igel als Insektenfresser während des Winters in einen

¹ W. FIEDLER, in *Primateologia I* (Basel-New York 1956), vol. I, p. 1. – E. THÉNIUS und H. HOFER, *Stammesgeschichte der Säugetiere* (Springer Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1960).

² I. LEICHT, unpubl. Literaturstudie (Würzburg 1963).

³ P. B. DUNAWAY et al., Oak Ridge National Lab. Publ. 107, ORNL-3697, 79 (1964).

Tabelle I. Differenzierung des weissen Blutbildes bei *Tupaia tana* und Igel im Vergleich zu den Normwerten beim Menschen

Zellart	Mensch normal %	<i>Tupaia</i> -Weibchen			<i>Tupaia</i> -Männchen			Igelmännchen	
		24.7.64 %	12.8.64 %	26.8.64 %	29.7.64 %	12.8.64 %	26.8.64 %	16.12.65 %	8.2.65 %
Basophile L.	0-1	0	0	2	0	2	1	1	0
Eosinophile L.	2-4	1	1	1	0	2	1	3	0
Myeloblasten	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Promyelocyten	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Myolecyten	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jugendliche N.	0-1	0	0	0	0	0	0	0	0
Stabkernige N.	3-5	6	2	4	5	4	2	8	4
Segmentkernige N.	58-66	34	45	26	29	27	33	44	58
Lymphocyten	21-25	53	51	64	66	63	61	43	36
Monocyten	4-8	6	1	3	0	2	2	1	2

Tabelle II. Auswertung von Elektropherogrammen der Serumproteine von *Tupaia tana* und Igel im Vergleich zu den Normwerten beim Menschen. Zahlenangaben als relative Prozentzahlen

	Mensch normal	<i>Tupaia</i> -Weibchen			<i>Tupaia</i> -Männchen			Igelmännchen	
		24.7.64	12.8.64	26.8.64	29.7.64	12.8.64	26.8.64	16.12.64	8.2.65
Albumin	50	33	41	45	34	36	36	54	47
Globulin α_1	5	7	4	7	4	5	6	13	15
α_2	10	13	11	12	26	29	6	7	9
β	15	13	12	18	17	19	25	16	16
γ	20	34	32	18	19	11	27	10	13

teilweise unterbrochenen Winterschlaf verfällt, der Rückwirkungen auf das Blutbild haben dürfte, müssen die Werte, obwohl sie von einem aktiven Labortier stammen, mit Vorsicht beurteilt werden.

Die Leukocytenzahl ist bei *Tupaia tana* relativ niedrig, die Werte liegen mit knapp $5000/\text{mm}^3$ etwas unter den beim Menschen gefundenen. Die Verteilung der Leukocyten auf die verschiedenen Formen zeigt ähnlich wie bei Ratte und Maus eine deutliche Rechtsverschiebung, d.h. eine Umkehr der beim Menschen nachweisbaren Verhältnisse von Granulocyten zu Lymphocyten (vgl. Tabelle I). Trotz Tendenz zur Hypersegmentierung ist die Abgrenzung der einzelnen Segmente des Granulocytenkernes unvollkommen als beim Menschen, die Kernabschnitte zeigen sehr unregelmäßige Formen und neigen zur Verklumpung. Bei den Lymphocyten finden sich wesentlich mehr grosse, jugendliche Formen als beim Menschen. Diese zeigen eine noch sehr feine und zarte Chromatinstruktur, vereinzelt waren auch noch die Nukleolen erkennbar. Nennenswerte Unterschiede zwischen Weibchen und Männchen waren nicht erkennbar. Die Thrombocyten liessen weder in Grösse noch Struktur und Zahl Abweichungen vom Menschen erkennen, sie zeigten jedoch eine auffällig starke Agglomeration.

Die Leukocytenzahl des Igels ist mit 3200 sehr klein, das Differenzialblutbild ähnelt dagegen mehr den Verhältnissen beim Menschen (Tabelle I). Sehr niedrig ist hier die Zahl der Thrombocyten ($80\ 000-120\ 000/\text{mm}^3$), die kaum Tendenz zur Agglomeration zeigen und mit scharf begrenzten Zellrändern ohne pseudopodienartige Ausstülpungen meist einzeln in Erscheinung treten. Auffälligerweise sind gut 50% der Blutplättchen Riesenformen mit $4-7 \mu\text{m}$.

Die Serumproteine wurden elektrophoretisch nach dem Verfahren von GRASSMANN und HANNIG⁴ aufgetrennt, ihre Anteile konnten nach Anfärbung mit Amidoschwarz 10 B mit dem Extinktionsschreiber registriert werden. Die Tabelle II lässt erkennen, dass bei den Spitzhörnchen das Albumin im Vergleich zu den Normalwerten beim Menschen durchwegs in geringerer Menge vorliegt. Die Aufteilung der Globulinfraktionen ist entsprechend ebenfalls abweichend. Dabei könnten die schwankenden Werte beim Männchen eventuell abnormal sein. Beim Igel sind zwar die Albuminwerte denen des Menschen vergleichbar, in den Globulinfraktionen ergeben sich jedoch deutliche Unterschiede. Die Untersuchungen sollen unter Einbeziehung von *Tupaia glis* Diard 1820 fortgesetzt werden⁵.

Summary. The authors give the first results of hematological studies with Tree shrews (*Tupaia tana*) as compared with human blood, and an European hedgehog as a representative of the order *Insectivora*. Counts of erythrocytes, leucocytes (including a differentiation of white cell types), and thrombocytes are dealt with together with an electrophoretic analysis of serum protein fractions.

H. BRAUN und W. KLOFT

Medizinische Universitätsklinik und Institut für Angewandte Zoologie der Universität Würzburg (Deutschland), 16. Juli 1965.

⁴ W. GRASSMANN und K. HANNIG, Hoppe Seyler's Z. 290, 1 (1952).

⁵ Herrn Dr. L. NOWICKI sind wir für die hämatologische Bewertung, Herrn W. RÖMMELT für alle technische Assistenz zu Dank verpflichtet.