

In den Proben ohne Fremdion nahmen die Algen in den ersten 10 min 24% und in 15 h 96% des gesamten Zinks auf.

Typische Ergebnisse für die Verdrängung als Funktion der Fremdionkonzentration zeigt Figur 2. Man erkennt, dass sowohl bezüglich der passiven als auch der aktiven Aufnahme inaktives Zink am stärksten wirkt. Doch ist im allgemeinen die Spezifität bei der aktiven Aufnahme viel grösser. Zum Beispiel ist Kadmium bei passiver Aufnahme fast ebenso wirksam wie Zink, während bei der aktiven Aufnahme eine 12mal grössere Konzentration an Kadmium als an Zink nötig ist, um die gleiche Wirkung zu erzielen. Im Falle des Natriums sind die analogen

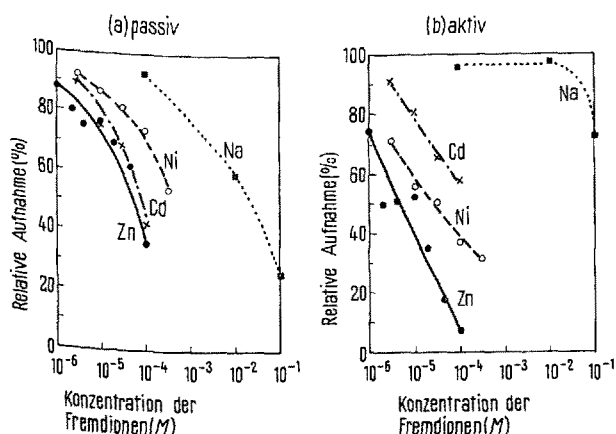


Fig. 2. Radiozinkaufnahme von Chlorella in Abhängigkeit von der Konzentration verschiedener Fremdionen. Bezüglich Unterscheidung zwischen aktiver und passiver Aufnahme siehe Text. Aufnahme in % der Aufnahme durch Proben ohne Fremdion, im Fall der aktiven Aufnahme normalisiert auf gleiche Anfangskonzentration des Zinks in Lösung. Ungepuffert, pH 5,0; ursprüngliche Konzentration des Radiozinks 10^{-6} M.

Konzentrationsverhältnisse 100 bei passiver, aber 10^6 bei aktiver Aufnahme. Die genauen Zahlenwerte sind nicht bei allen Versuchen gleich, hängen also von den Bedingungen ab. Doch kann jedenfalls die folgende Verdrängungsreihe angegeben werden: Passiv, $\text{Zn} > \text{Cd} > \text{Co}, \text{Ni}, \text{Mn} > \text{Ca} > \text{Na}$; Aktiv, $\text{Zn} > \text{Ni} > \text{Co} > \text{Cd} > \text{Mn} > \text{Ca} > \text{Na}$.

In Kontrollversuchen haben wir uns überzeugt, dass die aktive Aufnahme von markiertem Rubidium³ durch Algen durch die Schwermetalle in den verwendeten Konzentrationen nicht vermindert wird, also nicht etwa eine Vergiftung der Algen eintritt. Eine solche Vergiftung ist bei Behandlung mit Kupfer bekannt².

Die beiden Mechanismen für die Aufnahme von Zink durch Chlorella lassen sich also nicht nur durch Beeinflussung des Energiehaushaltes der Algen, sondern auch auf Grund der verschiedenen Geschwindigkeit und der verschiedenen Konkurrenz durch Fremdionen unterscheiden. Dabei zeigt der «aktive» Mechanismus höhere Spezifität als der passive Mechanismus. Versuche über die aktive Aufnahme der Ionen anderer Schwermetalle durch Chlorella sind im Gange⁴.

Summary. The competition of various cations with labelled zinc in the active (metabolic) uptake of the latter by chlorella has been measured. The series obtained does not coincide with that of the passive uptake in the same system, and the specificity is higher in the former case.

E. BRODA und G. R. FINDENEGB

Institut für Physikalische Chemie der Universität Wien (Österreich), 2. August 1966.

³ M. FRIED und R. E. SHAPIRO, A. Rev. Pl. Physiol. 12, 91 (1961).

⁴ Wir danken dem Bundeskanzleramt – Verstaatlichte Unternehmungen (Sektion IV) – der Republik Österreich für finanzielle Unterstützung.

Studies on Potassium Permeability Changes in Human Erythrocytes

The energy needed for the maintenance of unequal K-Na distribution in human erythrocytes is supplied by ATP^{1,2}. In the case that, under the influence of glycolytic inhibitors or of the lack of substrates, the ATP content of the cells is consumed, a K outflow from the cells is started with a simultaneous influx of Na into the erythrocytes³. The rate of this ion transport is relatively slow, 1.5–2.0 mEq/l erythrocytes/h. In certain cases, however – e.g. under the influence of Pb ions⁴, NaF in high concentration⁵ or iodoacetate (IA) + adenosine^{5,6} – a high-rate K outflow (5–20 mEq/l erythrocytes/h) takes place without any equimolar Na influx. In the mechanism of this high-rate K outflow, the metabolism of 2,3-diphosphoglyceric acid has an essential role^{7,8}. In the present paper we shall try to contribute to our knowledge about the metabolic control of the 'passive' K transport.

It is well known that, as a result of the effect of IA + adenosine, a high-rate K outflow from the cells is

started, the extent depending on adenosine concentration^{5,6}. If adenosine is replaced by inosine, the rate of K outflow will decrease; however, if in the presence of inosine an equimolar concentration of NH_4Cl is applied, the same rate of K outflow will be obtained again as in the presence of adenosine⁹. Thus there are 2 factors taking part in bringing about a K permeability change

¹ F. B. STRAUB, Acta physiol. hung. 4, 235 (1953).

² G. GÁRDOS, Acta physiol. hung. 6, 191 (1954).

³ G. GÁRDOS and F. B. STRAUB, Acta physiol. hung. 12, 1 (1957).

⁴ H. PASSOW and K. TILLMANN, Pflügers Arch. ges. Physiol. 262, 23 (1955).

⁵ G. GÁRDOS, Acta physiol. hung. 10, 185 (1956).

⁶ G. GÁRDOS, Folia haemat., Lpz. 77, 138 (1960).

⁷ G. GÁRDOS, Experientia 22, 308 (1966).

⁸ G. GÁRDOS, Acta biochim. biophys. hung. 7, 139 (1966).

⁹ H. PASSOW, in Biochemie des aktiven Transportes, 12. Colloquium der Ges. für physiol. Chemie, Mosbach, Baden (Springer Verlag, Berlin, 1961), p. 54.

induced by IA + adenosine: (1) the change in the carbohydrate metabolism of erythrocytes, first of all that in the 2,3-diphosphoglyceric acid metabolism brought about by nucleosides; (2) the effect of NH_3 liberated under the influence of adenosine deaminase enzyme localized in the membrane.

The results of our experiments become very interesting if we add IA to the system not simultaneously with purine nucleosides but after preincubating them with blood for different periods of time. Figure 1 shows the effect of 15 and 180 min of preincubation with adenosine on the changes of serum K. The Figure clearly shows that a shorter period of preincubation with adenosine decreases the rate of K efflux, whereas a longer preincubation ap-

pears to have an increasing effect. Thereafter we studied the change occurring in the rate of K outflow plotted against the time of preincubation. As can be seen in Figure 2, preincubation for 5–20 min brings about a 50% decrease in the rate of K efflux; after a preincubation of about 100 min, we attain the same rate of outflow as that of the control series without preincubation. Preincubation for a longer period than 100 min will strongly increase the rate of K outflow.

At first we attributed this effect to the NH_3 which is present in the experimental medium in changing initial concentration, produced by the function of the adenosine deaminase enzyme during the time of preincubation. However, the same effect could be attained in the presence of inosine, as well as of inosine + NH_4Cl (Table). Thus it cannot be considered as an NH_3 effect.

It is known from our earlier experiments^{7,8} that whenever the activity of 2,3-diphosphoglycerate-phosphatase (an enzyme catalysing the transformation of 2,3-diphosphoglyceric acid to 3-phosphoglyceric acid) is blocked by inhibitors or by lack of substrate, the rate of K outflow increases above 5 mEq/l erythrocytes/h. There is reason to assume that by preincubations of different duration we have changed the state of equilibrium regulating the synthesis and breakdown or the way of breakdown of 2,3-diphosphoglyceric acid, and the change of 2,3-diphosphoglyceric acid metabolism is the cause of the alterations in the rate of K outflow. In our opinion, the main point in the metabolic control of the rate of K outflow is the competition between the 2,3-diphosphoglycerate shunt and the phosphoglycerate-kinase enzyme reaction, the shift of equilibrium of the enzyme activities¹⁰.

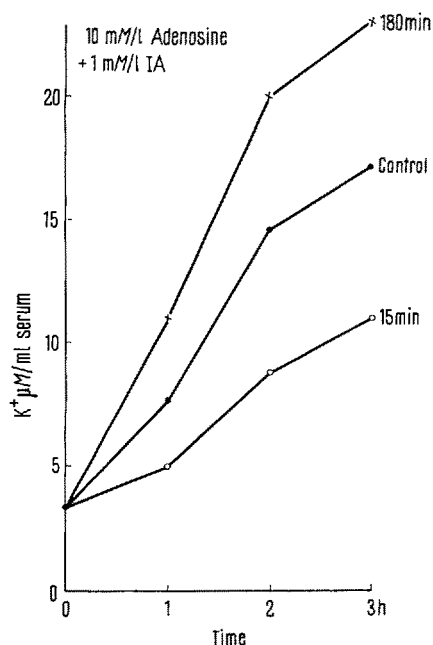


Fig. 1. Effect of 15 min and 180 min preincubation of human blood with adenosine on the kinetics of net K transport in the presence of IA at 37°C.

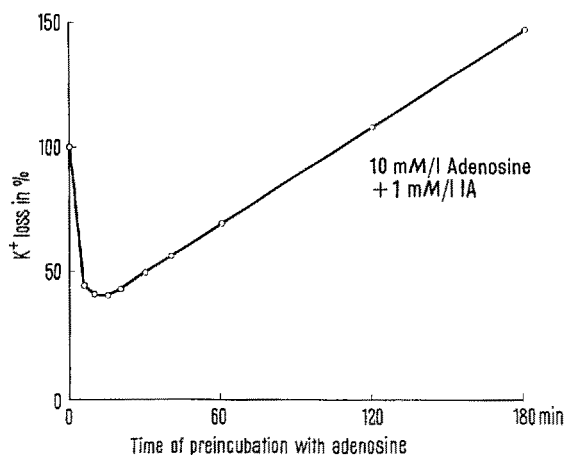


Fig. 2. Changes in the rate of net K transport in human blood in the presence of adenosine and IA as a function of the preincubation time with adenosine at 37°C. 100%: The rate of K loss in the control series (without preincubation).

Effect of 20 min preincubation of human blood with 10 mM adenosine, 10 mM inosine and 10 mM inosine + 10 mM NH_4Cl on the net K transport in the presence of 1 mM IA at 37°C

Preincubation with	A-serum-K/60 min in $\mu\text{M}/\text{ml}$		Inhibition %
	Without preincubation	With 20 min preincubation	
Adenosine	9.5	4.0	58
Inosine	5.6	2.3	59
Inosine + NH_4Cl	8.0	3.1	61

Zusammenfassung. Die durch Monojodessigsäure und Purinnukleoside erzeugte K-Permeabilitätsänderung der Erythrocyten konnte durch Präinkubation mit Nukleosiden beeinflusst werden. Die Geschwindigkeitsänderung des K-Verlustes ist wahrscheinlich die Folge einer 2,3-Diphosphoglycerinsäure-Stoffwechselveränderung.

G. GÁRDOS

Department of Cell Metabolism, Research Institute of the National Blood Centre, Budapest (Hungary), July 27, 1966.

¹⁰ The excellent technical assistance of Miss E. MÉSZÁROS is gratefully acknowledged.