

for 3 h. Marked improvement of GSH stability was observed (Table).

The significance of our observations must be further studied. The GSH instability in stored blood can be considered a result of storage lesion of red cells. Its reversal after incubation with adenosine supports the view that the ATP regeneration, which occurs *in vivo* in the stored red cells after transfusion¹⁴, improves greatly GSH stability.

Zusammenfassung. Das Sinken der Glutathionstabilität und der Pentosenbildung nach Inkubation mit Glucose und Glucose mit Methylenblau während der Blutlagerung

wurde beobachtet. Die Glutathioninstabilität kann durch Präinkubation mit Adenosin normalisiert werden.

J. PALEK and VL. VOLEK

*First Medical Clinic, Charles University,
Prague (Czechoslovakia), March 10, 1964.*

¹⁴ B. W. GABRIO, C. A. FINCH, and F. M. HUENNEKENS, *Blood* 11, 103 (1956).

Beobachtungen über das Auftreten von Keratohyalin granula im Zellkern

Das Oesophagusepithel der erwachsenen Ratte ist bis zum Drüsenmagen verhornt. Bereits bei Neugeborenen findet sich im Bereich der Pars cardiaca des Magens eine Verhornung, die in den darauf folgenden Tagen oralwärts fortschreitet und sich schon am 3. Tag *post partum* über den gesamten Oesophagus erstreckt (OEHMKE¹).

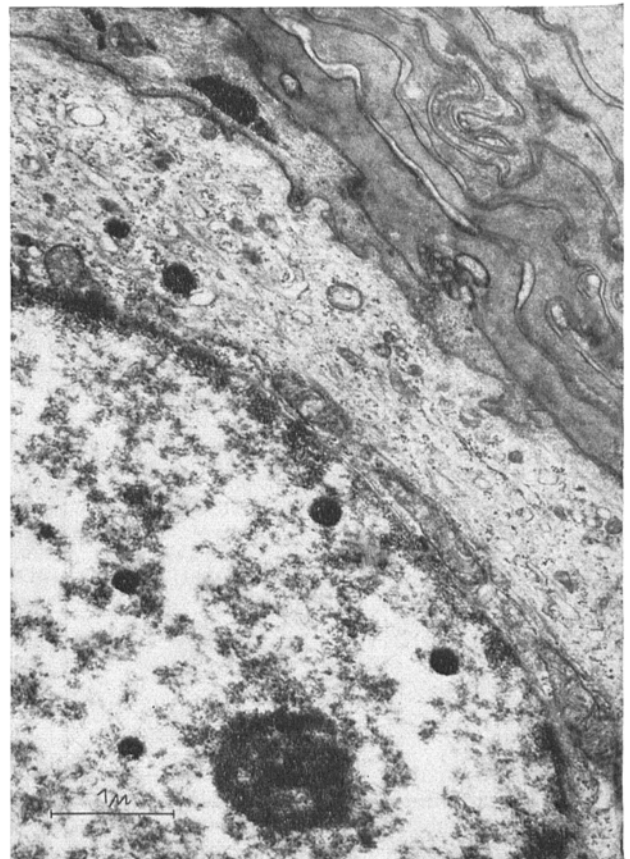
Dieser zeitlich relativ gut verfolgbare Prozess gestattet jeweils die verschiedenen Stadien der Verhornung zu erfassen. Das Keratin derartiger Verhornungen wird in der Literatur als «soft keratin» beschrieben. Der Verhornungsprozess als solcher unterscheidet sich von dem der Epidermis durch das Fehlen des charakteristischen Stratum lucidum.

Der bereits verhornte Epithelverband gliedert sich in 3 Zellgruppen: (1) Basale zylindrische Zellen (Gruppe I), die neben den üblichen normalen elektronenmikroskopisch feststellbaren Zellstrukturen relativ reichlich Ribosomen enthalten. (2) Die mittlere Zellage (Gruppe II) aus zunehmend sich abplattenden, an sich völlig intakten Zellen bestehend, deren Ribosomengehalt jedoch nach oben auffallend abnimmt (etwa 4–6 Zellagen). (3) Die obere Zellage (Gruppe III), aus 4–5 Zellen bestehend, die dem Verhornungsprozess unterworfen sind. Auch hier lassen sich drei verschiedene Gruppen von Zellen unterscheiden, über die im Einzelnen hier nicht berichtet wird.

Die zu beschreibenden Befunde wurden in den oberen Zellen der Gruppe II erhoben, in denen von basal nach apikal gegen die Gruppe III (verhornte Zellen) vermehrt Keratohyalin granula auftreten. Diese finden sich nun ausser im Cytoplasma auch innerhalb der Zellkerne in Form kleiner runder, elektronenmikroskopisch sehr dichter Granula mit einem Durchmesser von etwa 0,1–0,3 μ (teilweise mehr). Ihre Oberflächen sind relativ scharf begrenzt und zeigen einen Hof, der etwa die gleiche Dichte wie das strukturierte Karyoplasma besitzt. Die in diesem Hof auftretenden Strukturen haben keine Ähnlichkeit mit den cytoplasmatischen Ribosomen. Hin und wieder treten solche Granula (etwa 0,1 μ gross) bereits in unmittelbarer Nähe oder sogar im Nucleolus selbst auf, von dem sie sich durch ihre wesentlich dichtere Struktur gut unterscheiden lassen.

Die im Cytoplasma als Keratohyalin granula eindeutig zu identifizierenden Gebilde besitzen elektronenoptisch die gleiche Struktur. Ihre Grössendurchmesser sind sehr verschieden, jedoch entsprechen die kleinsten den im Kern vorkommenden, die grössten betragen etwa 2 μ

(gelegentlich mehr). Ausser durch die zum Teil sehr verschiedenen Grössen unterscheiden sie sich von den intranuclearen durch einen Besatz von Ribosomen, die sich in einer engen Randzone um die dichten, nunmehr meist



Oesophagusepithel Ratte, 3 Tage, oberflächliche Zellen der Gruppe II und Abschnitt der Gruppe III (siehe Text). Intranucleare und intraplasmatische Keratohyalin granula. Vergrößerung: 25 000 fach (nachvergrössert).

¹ H.-J. OEHMKE, 59. Vers. Anat. Ges. München, im Druck (1963).

schärfer begrenzten Keratohyalingranula legen. Da häufig sowohl innerhalb als auch unmittelbar aussen auf der Kernmembran Granula vorkommen, wird vermutet, dass diese durch die Kernmembran in das Cytoplasma wandern. Dort lagern sich Ribosomen an ihrer Oberfläche an. Als Arbeitshypothese für weitere Untersuchungen stellen wir uns auf Grund der Befunde vor, dass – wenigstens beim vorliegenden Objekt – ein Anteil des Keratohyalins im Kern gebildet und durch die Kernmembran durchgeschleust werden muss. Im Cytoplasma könnte mit Hilfe der sich auflagernden Ribosomen ein zweiter Bestandteil synthetisiert werden, wodurch die Vergrößerung der intraplasmatisch gelegenen Keratohyalingranula bedingt wäre.

Diese Annahme wird durch die Befunde von LEUCHTENBERGER und LUND² unterstützt, nach denen Ribonuklease die Anfärbbarkeit eines Teiles der Keratohyalinkörnchen aufhob. Nach MONTAGNA³ und RHODIN und REITH⁴ besteht der Partikelbesatz der Keratohyalingranula aus Ribosomen. Folglich muss die RNS ein Bestandteil des Keratohyalins sein. Die Untersuchungen von SMITH und PARKHURST⁵, sowie BERN, ELIAS, PICKETT, POWERS und HARKNESS⁶ bestätigen ebenfalls den RNS-Gehalt der Keratohyalingranula.

Das Auftreten von Keratohyalingranula im Kern ist unseres Wissens noch nicht beobachtet worden. Es wäre denkbar, dass im Epithel des Rattenoesophagus die Keratohyalinbildung bereits im Kern teilweise sichtbar wird, während sie sonst erst im Cytoplasma aus den vom Kern ausgeschiedenen, weniger sichtbar zu machenden Vorstufen erfolgt. Im vorliegenden Objekt liessen sich neben den kontrastreichen Granula auch weniger kon-

trastreiche beiderseits der Kernmembran nachweisen, die als solche Vorstufen gedeutet werden können, zumal einige von ihnen Übergänge in die dichteren Granula zeigten.

Ein ausführlicher Bericht folgt in der Zeitschrift für Zellforschung.

Summary. Electron microscopic studies on the oesophageal epithelium of the rat revealed for the first time intranuclear granules of keratohyalin. The results strongly suggest that these granules were extruded from the nucleus and were enlarged in the cytoplasm by ribonucleoprotein (RNP) particles aggregating to the keratohyalin.

H.-J. OEHMKE und G. PETRY

Anatomisches Institut der Universität Marburg an der Lahn (Deutschland), 29. April 1964.

² C. LEUCHTENBERGER und H. Z. LUND, *Exp. Cell Res.* 2, 150 (1951).

³ W. MONTAGNA, *The Structure and Function of Skin*, 2. ed. (Academic Press, 1962).

⁴ J. A. H. RHODIN und E. J. REITH, in *Fundamentals of Keratinisation* (Publ. No. 70; Am. Association for the Advancement of Science, 1962).

⁵ C. SMITH und H. T. PARKHURST, *Anat. Rec.* 103, 649 (1949).

⁶ H. A. BERN, J. J. ELIAS, T. B. PICKETT, T. R. POWERS und M. N. HARKNESS, zit. nach E. HORSTMANN, *Die Haut*, in *Handbuch der mikroskopischen Anatomie des Menschen* (Springer-Verlag, 1957), Bd. III/3.

Flow of a Solution into a Tube Filled with Solvent: Static Concentration and Flow Concentration of the Solute

We consider a straight cylindrical tube filled with solvent, into which a solution is introduced at one end. We assume that convection takes place only according to POISEUILLE's law and that the effects on the solute of diffusion, gravity or transverse hydrodynamic forces are negligible. We chose a tube section having unit volume and unit length, from $x=0$ to $x=1$, connected to a reservoir above $x=0$. The tube is filled with solvent and the solution introduced at $x=0$. At $x=1$ we place a monitoring device (colorimeter, radiation detector), or we interrupt the tube and collect samples.

Let V_1 be the volume of a thin cross-section of the tube at $x=1$, and v_1 the volume of original solution contained in it at a particular moment: $v_1/V_1 = e$ may be called the relative local or static concentration of the solute at $x=1$. Now let V_2 be the volume of a small amount of fluid that crosses a transverse plane at $x=1$, and v_2 the amount of solution that this volume carries; $v_2/V_2 = c$ will be the relative flow concentration of the solute at $x=1$, at that moment. The monitoring device yields e , analysis of effluent samples yields c .

The reader is referred to TAYLOR¹ and to our publications² for the understanding of what follows.

We study three simple theoretical cases.

(1) An unlimited amount of solution is introduced at $x=0$. Its distribution at various times is given (Figure 1A) by lines $\overline{ax_1}$, $\overline{ax_2}$, etc. As shown previously² the local concentration at $x=1$ is $e = 1 - 1/2U$, in which $U = x/2$ is the amount of fluid that has passed $x=1$ and is equal to the amount delivered by the reservoir³. The flow concentration is then $c = 1 - 1/4U^2$. These equations are valid for $U \geq 0.5$.

(2) The tube, filled with solvent, receives only a small specimen of solution. The reservoir is then rinsed and filled with solvent, which follows the solution into the tube. The specimen, of fractional value S , is shown (Figure 1A) as it occupies area $\overline{ax_2x_1}$. Let us call U_2 the area $\overline{ax_20}$, and U_1 the area $\overline{ax_10}$, so that $U_1 + S = U_2 = U$, the total amount of fluid delivered. Note that $x_2 - x_1 = 2S = \text{constant}$, and that $e = y_2 - y_1$.

We seek the relations between U , e and c .

For $x_1 < 1 < x_2$, equivalent to $x_2 - 2S < 1 < x_2$, or $U - S < 0.5 < U$, in other words, before the solvent that follows the specimen has reached the monitoring point, the relations are the same as in case 1:

$$e = 1 - 1/2U, \quad c = 1 - 1/4U^2.$$

¹ G. TAYLOR, *Proc. Roy. Soc. (A)* 219, 186 (1953).

² J. BOURDILLON, *Exper.* 18, 530 (1962); 19, 250 (1963).

³ In our previous publication, the symbol y was used instead of e .