

equivalent if temperatures which are sub-optimal, but sufficient to allow germination and growth, are compared⁴⁻⁹. KONZAK et al.⁸ suggested that temperature influences radiation damage through alteration of the reaction rate for induced free-radical species. However, this mechanism should not apply in the present case since post-irradiation treatment would be expected to eliminate free radicals.

The joint effects of ionizing radiation and temperature in determining biological damage can be viewed as an example of the ecological concept of limiting factors. It is a well-known principle that when conditions are not optimum for a species with respect to one ecological factor, the limits of tolerance may be reduced with respect to other ecological factors. There is evidence that some conditions in the natural environment may operate as stress factors in combination with radiation^{10,11}. In addition, experimentation with *A. thaliana* over a range of temperatures has shown that temperature tolerance of a number of races is limited because of genes whose products become inactive at high temperatures^{12,13}.

Zusammenfassung. Nach früher akuter Berührung mit γ -Bestrahlung kann im allgemeinen der Erholungsprozess bei *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. Samen durch relativ kleine und kurze Umgebungsveränderungen (4 °C während 4 Tagen) stark modifiziert werden. Diese werden nach ver-

meintlicher Deaktivierung radiochemischer Produkte angewendet und beeinflussen nicht nur die behandelte, sondern auch die folgende Generation.

K. R. DALY¹⁴

Department of Biology,
Brookhaven National Laboratory,
Upton (New York 11973, USA), 6 July 1970.

⁴ O. E. V. GELIN, *Agri Hort. Genet.* 11, 66 (1953).

⁵ L. EHRENBERG, *Hereditas* 41, 123 (1955).

⁶ L. EHRENBERG, *Bot. Notiser* 108, 184 (1955).

⁷ L. EHRENBERG and U. LUNDQVIST, *Hereditas* 43, 390 (1957).

⁸ C. F. KONZAK, H. J. CURTIS, N. DELIHAS and R. A. NILAN, *Can. J. Genet. Cytol.* 2, 129 (1960).

⁹ A. T. NATARAJAN and K. R. NARAYANAN, in *Repair from Genetic Radiation Damage and Differential Radiosensitivity in Germ Cells* (Ed. F. H. SOBELS; Pergamon, New York 1963), p. 413.

¹⁰ W. S. OSBURN JR., *Science* 134, 342 (1961).

¹¹ W. S. OSBURN JR., in *Radioecology* (Eds. V. SCHULTZ and A. W. KLEMENT JR.; Reinhold, New York 1963), p. 319.

¹² J. LANGRIDGE and B. GRIFFING, *Aust. J. biol. Sci.* 12, 177 (1959).

¹³ Research carried out during the tenure of a Postdoctoral Fellowship (CF-8248) from the National Cancer Institute, U.S. Public Health Service, while at Brookhaven National Laboratory under the auspices of the U.S. Atomic Energy Commission.

¹⁴ Present address: San Fernando Valley State College, Northridge (California 91324, USA).

Über die Bildung rudimentärer Zilien bei Melanozyten

Nach der zur Zeit vorherrschenden Lehrmeinung stammen alle Pigmentzellen von der Neuralleiste ab und damit auch die melaninbildenden Melanophoren bzw. die Melanozyten¹. Wie Untersuchungen an Embryonen und Feten des Menschen gezeigt haben, lassen sich bereits von der 10. Woche an im subkutanen Bindegewebe (Subkutis) histochemisch Melanoblasten als Vorstufen der Melanozyten nachweisen, und am Ende des 4. Monats sind schon alle Bereiche der Epidermis mit Melanozyten besiedelt. Hier liegen sie an der Grenze der Epidermis zum Corium hin innerhalb der Basalzellschicht, wo sie als «Dendritenzellen» mit langen Zytoplasmafortsätzen in die oberen Epidermisschichten reichen. Histologisch erscheinen sie nach HE-Färbung als sogenannte «Klarzellen» bzw. «cellules claires»² mit wenig tingiertem Zytoplasma.

Gutartige Wucherungen der Melanozyten führen zur Bildung von Zellnestern oder Zellsträngen, die dann je nach ihrer Lage als Junktionsnaevus, Compound-Naevus, corialer Naevus usw. bezeichnet werden³. Gelegentlich können die Melanozyten bzw. die Naevuszellnaevi entarten, so dass es dann zur Bildung von malignen Melanomen kommt.

Von manchen Autoren werden die Naevuszellen nicht von Melanozyten bzw. von Melanoblasten abgeleitet, sondern von den ebenfalls aus der Neuralleiste stammenden Neuroblasten⁴. Nach einer weiteren Hypothese soll das Muttergewebe der Naevi weder epithelialer noch SCHWANNscher (REMAKScher) Herkunft sein, sondern von einem besonderen (mesodermalen) Hüllgewebe der peripheren Nerven, den periendoneuralen Häutchenzellen, abstammen. Schliesslich ist auf Grund von embryologischen⁵⁻⁷, histochemischen und elektronenmikroskopischen Untersuchungen eine gemeinsame Herkunft von Melanozyten und Mastzellen vermutet worden⁸.

In letzter Zeit ist die Ultrastruktur der Melanozyten bzw. der malignen Melanomzellen eingehend untersucht

worden. Von den übrigen Zellen der Epidermis unterscheiden sie sich in erster Linie durch das Fehlen von Desmosomen und Tonofilamenten. Wie in den meisten anderen Somazellen, so finden sich bei den Melanozyten Zentriolen, und zwar gewöhnlich in Form eines Diplosoms (Figur 1). Diese Zellstrukturen sind elektronenoptisch erstmals von BERNHARD und HARVEN⁹ sowie von HARVEN und BERNHARD¹⁰ dargestellt worden. Sie bilden ein Röhrenchensystem mit einer Länge von etwa 0,3–0,5 μm und einem Durchmesser von etwa 0,15 μm . Die einzelnen Röhrrchen bestehen aus 2 oder 3 Untereinheiten (Subfilamenten). Bei ziliotragenden Zellen ist dieses Zellorganell für die Bildung der Zilien verantwortlich, z. B. beim Trachealepithel^{11,12}. Gewöhnlich erfolgt dies nur bei epithelialen Zellen.

Bei Untersuchungen an benignen und malignen Pigmentgeschwülsten des Menschen konnten wir bei einzelnen Zellen von zwei Naevuszellnaevi die Bildung von rudimentären Zilien beobachten (Figur 2). Dabei erreichen

¹ D. STARCK, in *Handbuch der Haut- und Geschlechtskrankheiten* (Ed. J. JADASSOHN; Springer Berlin, Göttingen, Heidelberg, New York 1964), Erg.-Werk Bd. 1/2, p. 139.

² P. MASSON, *Anns Anat. path. med. chir.* 3, 417 und 657 (1926).

³ A. SCHAUER and A. VOGEL, *Medische Welt*, Stuttg. 3, 149 (1967).

⁴ H. STORCK, *Hautarzt* 21, 187 (1970).

⁵ F. FEYRTER, *Virchows Arch. path. Anat. Physiol.* 301, 417 (1938).

⁶ F. FEYRTER, *Virchows Arch. path. Anat. Physiol.* 346, 117 (1969).

⁷ F. FEYRTER und J. Böck, *Albrecht v. Graefes Arch. Ophthal.* 178, 67 (1969).

⁸ M. OKUN, *J. invest. Derm.* 44, 285 (1965).

⁹ W. BERNHARD und E. DE HARVEN, *C. r. Adac. Sci.*, Paris 242, 288 (1956).

¹⁰ E. DE HARVEN und W. BERNHARD, *Z. Zellforsch.* 45, 378 (1956).

¹¹ S. SOROKIN, *J. Cell Biol.* 15, 363 (1962).

¹² V. KALNINS und K. PORTER, *Z. Zellforsch.* 7, 100 (1969).

die Zilien teilweise die Zelloberfläche, teilweise entwickeln sie sich in das Zytoplasma hinein (Figur 3). Dass es sich hierbei um rudimentäre Zilien handelt, geht daraus hervor, dass bei stärkerer Vergrößerung deutlich eine die Zilie umgebende Hülle zu erkennen ist (Figur 3), die bei der Zilienbildung durch Konfluieren von primären und sekundären Vesikeln entsteht¹⁴. Die Zilienhüllen sind gewöhnlich am proximalen Ende bläschenartig erweitert, was auch hier eindeutig zu erkennen ist. Während die Zentriolen der Melanozyten bzw. der Melanomzellen gewöhnlich in Form eines Diplosoms erscheinen, ist in diesen Fällen jeweils nur ein Zentriol zu erkennen.

Eine rudimentäre Ziliogenese ist bisher bei Melanozyten nicht beobachtet worden. Doch ist wiederholt über eine

funktionslose Zilienbildung bei ontogenetisch recht unterschiedlichen Zellen berichtet worden. So konnte eine unvollständige Bildung von Zilien bei Fibrozyten einer Hühnermilz und einer interstitiellen Zelle eines Ovarialtumors der Maus festgestellt werden¹³.

Ebenso ist bei glatten Muskelzellen und Fibroblasten¹¹ sowie bei normalen und reaktiven Astrozyten eine rudimentäre Zilienbildung beobachtet worden¹⁴. Eine einzelne Zilie zeigte sich in differenzierten B-Zellen eines Mäusepankreas¹⁵. Schliesslich finden sich Zilien regelmässig in grösserer Anzahl in intrazellulären Zysten von epithelialen Retikulumzellen des Thymus^{16,17}. Dagegen konnte bei Leberparenchymzellen keine Zilienbildung der Zentriole beobachtet werden¹⁸. Diese Beispiele zeigen,



Fig. 1. Zentriolen (Diplosom) im Längs- und Querschnitt eines Melanozyten. $\times 60000$.

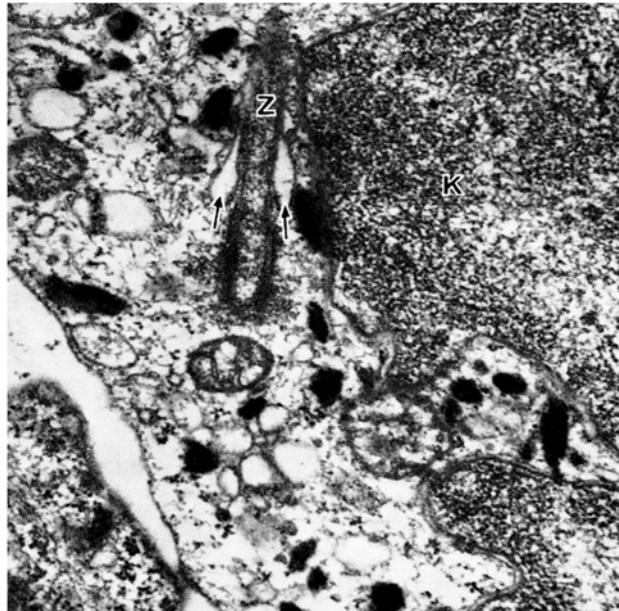


Fig. 3. Zilienbildung bei einem Melanozyten nach «innen». K, Kern; Z, Zilie mit proximalen «Bläschen» (\rightarrow). $\times 40000$.

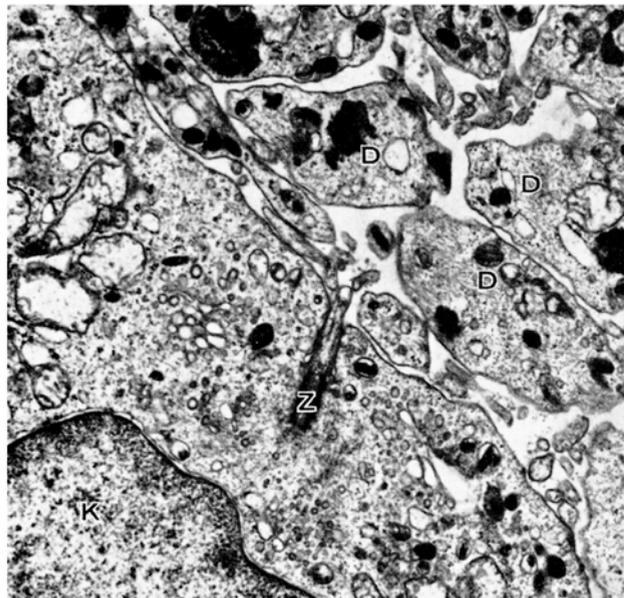


Fig. 2. Rudimentäre Zilienbildung bei einem Melanozyten eines Naevuszellnaevus. D, dendritenartige Fortsätze von Melanozyten mit einzelnen Melanosomen; K, Kern; Z, Zentriol mit Zilienbildung. $\times 20000$.

dass die Potenz zur Zilienbildung nicht nur Zellen ektodermaler Herkunft zukommt, so dass diese Fähigkeit auch keine exakte Aussage über die Abstammung der Melanozyten erlaubt.

Summary. The centrioles of the melanocytes and malignant melanoma cells appear as diplosome and show the well-known substructure. The formation of rudimentary cilia in single benign human pigmented tumor cells was observed. These findings are discussed in relation to the origin of the melanocytes.

H. KLUG

*Dermatologische Klinik
der Humboldt-Universität Berlin (Charité),
D-104 Berlin (Deutschland), 31. August 1970.*

¹³ W. BERNHARD und E. DE HARVEN, 4. internationaler Kongress für Elektronenmikroskopie, Berlin 2, 217 (1960).

¹⁴ R. HONJIN, Y. TASAKI, T. KOSAKA und I. TAKANO, *Okajimas Folia anat. jap.* 40, 161 (1964).

¹⁵ B. MUNGER, *Am. J. Anat.* 103, 275 (1958).

¹⁶ T. HOSHINO, *Expl. Cell Res.* 27, 615 (1962).

¹⁷ H. KLUG, *Z. Zellforsch.* 78, 388 (1967).

¹⁸ D. WHEATLEY, *Experientia* 24, 1157 (1968).