

(Aus dem Institut für Gerichtliche und soziale Medizin der Universität Marburg.
Direktor: Prof. Dr. A. Förster.)

Das Verhalten des weißen Blutbildes bei allgemeiner Erfrierung.

Von

Dr. med. A. Fröhlich.

Bei der Untersuchung der Veränderung des Blutes fand schon *Pouchet*, daß die roten Blutkörperchen durch Kälte zerstört werden und meint, daß die Trümmer derselben eine toxische Wirkung auf den Gesamtorganismus haben. *Giese*, *Reineboth* und *Kohlhardt* beobachteten bei Kaninchen unter starker Kälteeinwirkung eine mäßige Verminderung der Erythrocyten und eine starke Abnahme des Hämoglobins. Die Abkühlung schädigt somit die roten Blutzellen des kreisenden Blutes und es geht in erhöhtem Maße Hämoglobin aus den Erythrocyten in das Serum über. Die Veränderung der roten Blutkörperchen drückt sich frühzeitiger im Hämoglobinverlust, als in der Verminderung der Zahl der roten Blutkörperchen aus; diese wird erst bei wiederholter Abkühlung erheblicher beeinflusst. Über das Verhalten des weißen Blutbildes wird wenig berichtet. *Reineboth* und *Kohlhardt* fanden eine Leukocytose bei ihren Versuchstieren. *Giese* erhielt zu schwankende Werte und gab daraufhin die Leukocytenzählungen nach den ersten Versuchen auf. In den gefärbten Ausstrichen fiel ihm außer einem häufigen Zusammenliegen von mehreren Leukocyten, namentlich eosinophilen, nichts Besonderes auf.

In eigenen Versuchen wurde das Verhalten des weißen Blutbildes näher studiert. Von 15 Kaninchen wurden insgesamt 47 weiße Blutbilder hergestellt und die Ergebnisse miteinander verglichen. Die Tiere wurden zwischen 8—15 Minuten lang in Eiswasser von 1° getaucht, so daß nur der Kopf aus dem Wasser herausragte. In den meisten Fällen wurde 3mal Blut entnommen: unmittelbar vor dem Versuch, dann etwa 15 Minuten nach der Abkühlung und eine weitere Stunde später. Das Blut wurde aus der Ohrvene entnommen und nur verwendet, wenn es spontan und ohne Pressen oder sonstige mechanische Bearbeitung aus den Gefäßen austrat. War der Blutdruck infolge allzu starker Abkühlung bereits abgesunken und das Blut dann nicht mehr mit Leichtigkeit zu gewinnen, so wurde das Tier aus der Versuchsreihe ausgeschaltet. Auch sonst wurde alles getan, um Fehlerquellen auszuschließen und die Ungenauigkeiten so gering wie möglich zu halten.

Insbesondere wurden erst eine Reihe Vorversuche unternommen, um die technischen Schwierigkeiten zu überwinden.

Die Blutausstriche wurden mit *May-Grünwald*- und *Giemsa*-Farblösungen gefärbt und dann in der üblichen Weise durchmustert. Zu erwähnen ist noch, daß das Zahlenverhältnis der einzelnen Leukocytentypen im Kaninchenblutbild ein anderes ist als beim Menschen, und zwar ist das Verhältnis Lymphocyten:Neutrophilen:Segmentkernigen beim Vergleich ein umgekehrtes. Das gesunde Kaninchen hat im Durchschnitt nach *Bürker* 2% Basophile, 2% Eosinophile, 31% Neutrophile, 63% Lymphocyten und 1% Monocyten. Zur näheren Veranschaulichung der Ergebnisse seien einige Protokolle aus der Versuchsreihe herausgegriffen und angeführt:

7. *Versuch*. Hellgraues männliches Tier.

- 9 Uhr 30 Min.: Temperatur 38,3°. 10200 Leukocyten, davon
 3% eosinophile Segmentkernige,
 12% neutrophile Segmentkernige,
 76% Lymphocyten,
 1% Monocyten,
 8% geschädigte und zerstörte Leukocyten.
- 9 Uhr 48 Min.: Eintauchen in Eiswasser (+ 1°).
- 9 Uhr 56 Min.: Herausnahme, Temperatur 31°.
- 10 Uhr 30 Min.: 6200 Leukocyten, davon
 14% eosinophile Segmentkernige,
 1% neutrophile Segmentkernige,
 54% Lymphocyten,
 31% geschädigte und zerstörte Leukocyten (meist eosinophile Trümmer).
- 11 Uhr 30 Min.: Temperatur 34°, 5600 Leukocyten, davon
 23% eosinophile Segmentkernige,
 4% neutrophile Segmentkernige,
 17% Lymphocyten,
 56% geschädigte und zerstörte Leukocyten.

12. *Versuch*. Weiblicher Albino.

- 9 Uhr 15 Min.: Temperatur 38°, 10000 Leukocyten, davon
 9% eosinophile Segmentkernige,
 18% neutrophile Segmentkernige,
 70% Lymphocyten,
 3% geschädigte und zerstörte Leukocyten.
- 9 Uhr 19 Min.: Eintauchen in Eiswasser (+ 2°).
- 9 Uhr 29 Min.: Herausnahme. Temperatur 29°.
- 9 Uhr 50 Min.: 12800 Leukocyten, davon
 32% eosinophile Segmentkernige,
 40% Lymphocyten,
 2% Monocyten,
 26% geschädigte und zerstörte Leukocyten.
- 11 Uhr 0 Min.: Temperatur 31,5°. 14400 Leukocyten, davon
 37% eosinophile Segmentkernige,
 3% neutrophile Segmentkernige,
 36% Lymphocyten,
 3% Monocyten,
 21% geschädigte und zerstörte Leukocyten.

14. Versuch. Graues Jungtier.

- 9 Uhr 15 Min.: Temperatur 37°. 5000 Leukocyten, davon
 11 % eosinophile Segmentkernige,
 86 % Lymphocyten,
 3 % geschädigte und zerstörte Leukocyten.
- 9 Uhr 30 Min.: Eintauchen in Eiswasser (+ 1°).
- 9 Uhr 38 Min.: Herausnahme. Temperatur 23°.
- 10 Uhr 0 Min.: 4000 Leukocyten, davon
 28 % eosinophile Segmentkernige,
 55 % Lymphocyten,
 1 % Monocyten,
 18 % geschädigte und zerstörte Leukocyten.

Auffällig ist im letzten Versuch das vollständige Fehlen von neutrophilen Segmentkernigen schon vor der Abkühlung. Dasselbe wurde auch bei einem anderen Jungtier beobachtet. Nach Abkühlung wurde in 10 Fällen eine Verminderung und in 5 Fällen eine ausgesprochene Vermehrung der Gesamtleukocytenzahl beobachtet. Auffällig war dabei, daß die Leukocytose in den Fällen auftrat, bei denen es sich um besonders kräftige Tiere handelte, die der Kälte größeren Widerstand leisteten als die anderen. Bei diesen war auch die Temperatursenkung bei gleichdauernder Abkühlung eine geringere.

Das von *Giese* beschriebene gruppenweise Auftreten von segmentkernigen Leukocyten wurde nur gelegentlich gesehen und kann nicht als Characteristicum herausgestellt werden. Dagegen fiel uns ebenfalls eine sehr starke Vermehrung der eosinophilen Zellen auf. Unter den 15 Versuchen trat in 13 Fällen eine ausgesprochene Eosinophilie auf. Die Zunahme der Eosinophilen ging in einem Falle bis auf 40 % der Gesamtleukocyten. Dafür verschwanden die Neutrophilen fast ganz aus dem Blutbild. Ferner fiel nach der Kälteeinwirkung das Auftreten von sehr großen Lymphocyten auf. Als wesentlichster Befund muß jedoch die weitgehende Schädigung und Zerstörung der Leukocyten hervorgehoben werden. Die der myeloischen Reihe angehörigen Typen waren dabei ganz besonders betroffen. Kerntrümmer lagen diffus im Protoplasma verstreut. Bei den Eosinophilen färbten sich die Kerne nur blaß oder gar nicht. Die Zellgrenzen waren oft eingegrissen und die eosinophilen Granula aus dem Zellkomplex herausgetreten.

Mit den Ergebnissen der Versuche soll nun nicht ein neues Moment für die Todesursache angegeben werden, das für sich allein Geltung beansprucht, sondern sie sollen in zusammenhängender Betrachtung mit den Ergebnissen anderer Autoren zu der Auffassung führen, daß die Todesursache überhaupt nicht an einem Organ oder Organsystem zu suchen ist, sondern daß beim Kältetod das Leben zugleich von den verschiedensten Seiten her angegriffen wird. Nicht Blutüberfüllung

des Herzens allein oder Kohlensäureüberladung des Blutes oder Zerstörung der roten Blutkörperchen verursachen den Tod, sondern die gleichzeitige Schädigung der großen Organsysteme: Kreislauf, Blut und Nervensystem bringen das Leben zum Erlöschen.

Literaturverzeichnis.

Bürker, Die körperlichen Bestandteile des Blutes. Handbuch der normalen und pathologischen Physiologie **6/1**. Berlin 1928. — *Giese, E.*, Vjschr. gerichtl. Med., N. F. **22**, 235 (1901). — *Pouchet, J.* Anat. et Physiol. norm. et pathol. Homme animaux **1866**, 1. — *Reineboth*, Dtsch. Arch. klin. Med. **62**, 63 (1899). — *Reineboth* u. *Kohlhardt*, Dtsch. Arch. klin. Med. **65**, 192 (1900).
