

## **Zur postmortalen Einschwemmung von Myoglobin in das Blut**

**T. Suzuki, S. Kashimura und K. Umetsu**

Institut für Rechtsmedizin der Universität Yamagata, Yamagata, Japan

### **Postmortem Permeation of Myoglobin into the Blood**

**Summary.** Myoglobin in heart and femoral blood of human cadavers and of experimentally killed dogs was examined immunologically. Myoglobin was found in blood of most human cadavers more or less without relation to sudden or delayed death. In general, more myoglobin was found in the heart blood than in the femoral blood of cadavers within 1 day after death. The appearance of myoglobin in blood seemed to be related to the length between death and blood taking. In experimentally killed dogs, myoglobin was found in heart blood already 1-2 h and in femoral blood 6-8 h after death.

These results reveal that postmortem myoglobin permeation into the blood occurs with in 1-8 h after death and suggest that by examination of myoglobin in blood stains a differentiation between ante- and postmortem blood is highly possible.

**Key word:** Myoglobin, postmortem permeation

**Zusammenfassung.** Der Myoglobingehalt von Herz- und Femoralisblut von Leichen und von getöteten Hunden wurde immunologisch untersucht. Myoglobin war unabhängig von akutem oder protrahiertem Todeseintritt in allen Leichenbluten mehr oder weniger nachweisbar. Der Myoglobingehalt war größer in Leichen mit längerer Liegezeit. Im allgemeinen war der Myoglobingehalt innerhalb eines Tages nach dem Tod im Herzblut größer als im Femoralisblut. Bei getöteten Hunden war Myoglobin im Herzblut schon nach 1-2 h, im Femoralisblut nach 6-8 h postmortal nachweisbar.

Diese Befunde ergaben, daß die postmortale Einschwemmung von Myoglobin in das Blut sich innerhalb von 1-8 h nach dem Tod ereignet und durch Myoglobinuntersuchung von Blutflecken die Unterscheidung von Blut lebender Personen oder Verstorbener möglich ist.

**Schlüsselwort:** Myoglobin, postmortale Einschwemmung ins Blut

*Sonderdruckanfragen an:* Prof Dr. T. Suzuki (Adresse siehe oben)

## Einleitung

Bereits 1969 wiesen Liebhardt et al. (1970) und Tröger et al. (1980a, b) nach, daß Myoglobin postmortem sowohl beim gewaltsamen als auch beim natürlichen Tod im Femoralisblut nachweisbar ist und nach protrahiertem Todeseintritt statistisch signifikant häufiger auftritt als nach akutem Tod. Volk und Bergmann (1971) berichteten zur Frage der postmortalen Einschwemmung von Myoglobin, daß innerhalb der ersten 4 Tage nach dem Tod kein Anstieg zu erwarten ist. Wir jedoch fragten uns, ob tatsächlich keine postmortale Einschwemmung von Myoglobin zu erwarten und der Myoglobingehalt von Leichenblut von einem protrahierten oder akuten Todeseintritt abhängig sei.

Ziel der vorliegenden Untersuchung war es, die postmortale Einschwemmung von Myoglobin ins Blut durch Bestimmung des Myoglobingehaltes von Herz- und Femoralisblut von Leichen mit bekannter Lagerungsdauer und von getöteten Hunden 1–48 h nach dem Tod zu prüfen.

## Methodik

Wir untersuchten den Myoglobingehalt des Herzblutes von 40 Leichen, deren Todeszeit und Lagerungsdauer zwischen Tod und Obduktion sich genau feststellen ließen. Zwölf Leichen wurden innerhalb 3–12 h, 19 Leichen innerhalb 12–24 h nach dem Tod obduziert. Sämtliche Obduktionen fanden innerhalb der ersten 3 Tage statt. Von 21 Leichen wurde auch Femoralisblut untersucht und der Myoglobingehalt mit dem des Herzblutes verglichen.

Außerdem wurden acht Hunde mit einem Betäubungsmittel getötet, Herzblut (linkes und rechtes Kammerblut) und Femoralisblut (Arterien- und Venenblut) 1, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 24, 36 und 48 h nach dem Tod entnommen und der Myoglobingehalt jeweils bestimmt.

Der Myoglobingehalt des Blutes wurde mit immunologischen Methoden erfaßt. Für die Bestimmung von menschlichem Myoglobin wurde handelsübliches Anti-Myoglobin-Serum (Behring) verwendet. Wir haben den Agar mit dem Antiserum bei 55° C gemischt und Serum in die in das erstarrte Gel gestanzten Löcher gegeben. Es bildete sich ein Präzipitationshof, wenn die Diffusion des Myoglobins gegen Anti-Myoglobin-Serum-haltigen Agar erfolgte. Der Myoglobingehalt ließ sich bis 10 µg/ml erfassen, und bei Messung der Präzipitationshofgröße und Vergleich mit Eichungslinien war eine größenordnungsmäßige quantitative Bestimmung möglich.

Für die Bestimmung von Hunde-Myoglobin wurde selbsthergestelltes Anti-Hunde-Myoglobin-Serum verwendet, das folgendermaßen produziert wurde: Hunde-Myoglobin wurde durch fraktionierte Fällung mit Ammoniumsulfat gewonnen (Theorell 1932) und chromatographisch gereinigt. Mit diesem Myoglobin wurde durch Immunisierung von Kaninchen ein Antiserum hergestellt.

## Ergebnisse

Die Ergebnisse der Untersuchung des Myoglobingehalts des Herzblutes von 19 Leichen und der vergleichenden Untersuchung des Myoglobingehaltes des Herz- und Femoralisblutes von 21 Leichen wurden in Abhängigkeit von den Lagerungsdauern zwischen Tod und Blutentnahmezeitpunkt innerhalb der ersten 12 h, 12–24 h und 1–3 Tage in Abb. 1 gezeigt. Im Herzblut aller Leichen ließ sich mehr oder weniger viel Myoglobin erfassen. Dagegen war im Femoralisblut in drei Fällen, in denen die Liegezeit zwischen Tod und Obduktion nicht länger als 6 h war, kein Myoglobin nachzuweisen. Im allgemeinen wurde ein höherer

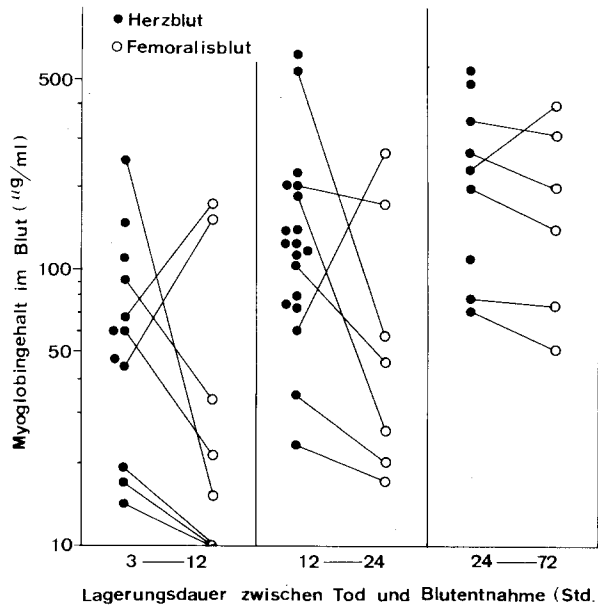


Abb. 1. Myoglobingehalt des Herz- und Femoralisblutes von Leichen in Abhängigkeit von den Lagerungsdauern zwischen Tod und Blutentnahme

Myoglobingehalt sowohl im Herz- als auch im Femoralisblut bei Leichen mit längerer Lagerungsdauer zwischen Tod und Blutentnahme gefunden. Bei der vergleichenden Untersuchung von Herz- und Femoralisblut erwies sich der Myoglobingehalt des Herzblutes innerhalb der ersten 24 h gewöhnlich als größer als im Femoralisblut, innerhalb einer Liegezeit von 1-3 Tagen war der Myoglobingehalt von Herz- und Femoralisblut fast gleich.

Bei drei Fällen mit ausgedehnten Muskelverletzungen vor allem im unteren Extremitäten- und Beckenbereich war der Myoglobingehalt des Femoralisblutes schon innerhalb der ersten 24 h nach dem Tod höher als im Herzblut. Besonders auffällig ist, daß nach akutem Tod die am stärksten positiven Antigen-Antikörperreaktionen im Herzblut innerhalb der ersten 12 und zwischen 12 und 24 h nach dem Tod dann gefunden wurden, wenn Wiederbelebungsversuche durchgeführt worden waren.

Im Hundeblut ließ sich vor dem Tod kein Myoglobin nachweisen. Im linken und rechten Herzkammerblut wurde Myoglobin schon in den ersten 1-3 h nach dem Tod erfaßt, danach erhöhte sich der Myoglobingehalt innerhalb von 0,5-1 Tag. Die vergleichende Untersuchung am linken und rechten Herzkammerblut ergab sowohl bezüglich der erstmaligen Myoglobinnachweisbarkeit als auch der Größe des Myoglobingehaltes keinen signifikanten Unterschied. Im Femoralisblut ließ sich Myoglobin in den ersten 4-9 h nach dem Tod nachweisen, die Menge steigerte sich zwischen dem ersten und zweiten Tag. Der Myoglobingehalt des Femoralisblutes ließ sich ebenfalls innerhalb 2 Tage nach dem Tod erfassen. Die vergleichende Untersuchung von Femoralarterien- und Venenblut ergab keinen signifikanten Unterschied sowohl bezüglich des Myoglobingehaltes als auch des erstmaligen Auftretens von Myoglobin. Das

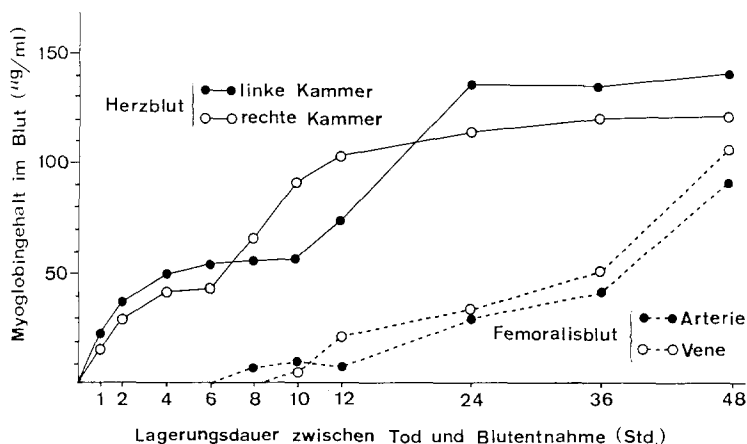


Abb. 2. Myoglobingehalt im postmortalen Hundeblut

Ergebnis der Untersuchung des Myoglobingehaltes von Hundeblut nach dem Tod zeigte auch eine Abhängigkeit des Myoglobin-Auftretens im Blut vom Blutentnahmeort und Blutentnahmezeitpunkt. Der Myoglobingehalt von Herz- und Femoralisblut eines Hundes in Abhängigkeit vom Blutentnahmeterrn wird in Abb. 2 dargestellt.

## Diskussion

Myoglobin wird bei normalen Personen im Serum nur sehr wenig (10–100 ng/ml) gefunden und nimmt bei speziellen Krankheitsbildern wie frischem Herzinfarkt (Reichlin et al. 1978) bis auf einige µg/ml zu. Diese Menge aber kann mit immunologischer Methodik nicht erfaßt werden.

Eine größere Menge Myoglobin gelangt nur unter besonderen Bedingungen wie z.B. bei ausgedehnten Muskelfaseruntergängen durch mechanische oder elektrische Einwirkungen oder bei anderen speziellen Krankheitsbildern ins Blutgefäßsystem.

Liebhart et al. (1970) wiesen nach, daß Myoglobin postmortal sowohl beim gewaltsamen als auch beim natürlichen Tod im Femoralisblut nachweisbar ist und nach protrahiertem Tod statistisch signifikant häufiger auftritt als nach akutem Tod. Hierbei stellt sich die Frage, inwieweit diese Ergebnisse durch postmortale Autolyse der Muskulatur mit nachfolgender Myoglobineinschwemmung in die Blutbahn verfälscht worden sein könnten. Zur Frage der postmortalen Einschwemmung von Myoglobin untersuchten Volk und Bergmann (1971) Blut von 135 Leichen, von welchen sich bei 119 Todeszeit und Lagerungsdauer zwischen Tod und Obduktion oder Blutentnahme genau feststellen ließen, und berichteten, daß sich für die ersten 4 Tage nach dem Tod statistisch kein signifikanter Anstieg der Häufigkeit des Serummyoglobinnachweises finden läßt, der auf eine autolytisch bedingte postmortale Diffusion von Myoglobin aus der Muskulatur in das Blut zurückzuführen wäre. Tröger et al. (1980b) fanden durch vergleichende Untersuchungen an Hirnsinus-, Herz- und Femoralisblut eine Abhängigkeit des Auftretens von Entnahmeort und berichteten, daß bei

Kombination der Ergebnisse aus den drei Entnahmeorten der Unterschied der Häufigkeit des Auftretens von Myoglobin beim akuten und protrahierten Tod statistisch hochsignifikant sei.

In unserer Untersuchung an Herz- und Femoralisblut von Hunden ließ sich Myoglobin im Herzblut in den ersten 1–3 h und im Femoralisblut innerhalb von 4–9 h nach dem Tod nachweisen, danach steigerte sich der Myoglobingehalt innerhalb von 1–2 Tagen. Das Ergebnis erbrachte eine Abhängigkeit des Auftretens von Myoglobin sowohl bezüglich des Entnahmeortes als auch der Lagerungsdauer zwischen Tod und Blutentnahme und zeigte, daß das Auftreten von Myoglobin im postmortalen Blut auf eine autolytisch bedingte postmortale Diffusion von Myoglobin aus der Muskulatur in das Blut zurückzuführen sein muß.

Im Herzblut aller Leichen und im Femoralisblut der meisten Leichen ließ sich Myoglobin erfassen, ein höherer Myoglobingehalt wurde im Blut von Leichen mit längerer Liegezeit zwischen Tod und Obduktion festgestellt. Die vergleichende Untersuchung des Herz- und Femoralisblutes von 18 Leichen ohne schwere Muskeltraumen ergab, daß innerhalb der ersten 24 h nach dem Tod der Myoglobingehalt des Herzblutes gewöhnlich größer war als der des Femoralisblutes und die Myoglobingehalte in beiden Bluten sich innerhalb von 1–3 Tagen anglichen.

Das Ergebnis erbrachte auch eine Abhängigkeit des Auftretens von Myoglobin sowohl vom Blutentnahmezeitpunkt als auch vom Blutentnahmeort und zeigte, daß das Auftreten von Myoglobin in postmortal entnommenem Blut nicht generell von der Dauer des Todeseintritts abhängig war, und daß der Anstieg des Nachweises von Myoglobin in Leichenblutproben auf die postmortale Einschwemmung von Myoglobin in das Blut zurückzuführen ist.

Die Ergebnisse unserer Untersuchungen weisen darauf hin, daß durch den Myoglobinnachweis im Blut eine Differentialdiagnose zwischen protrahiertem und akutem Todeseintritt nicht möglich ist, wohl aber eine signifikante Differenzierung von Blut oder Blutfleckenextrakt lebender oder verstorbener Personen.

## Literatur

- Liebhardt EW, Volk P, Bergmann M (1970) Zur Bestimmung des menschlichen Serum-Myoglobins. *Beitr Gerichtl Med* 27:308–312
- Reichlin M, Visco JP, Klocke FJ (1978) Radioimmunoassay for human myoglobin. *Circulation* 57:52–56
- Theorell ATH (1932) Kristallines Myoglobin. I. Mitteilung. Kristallisieren und Reinigung des Myoglobins sowie vorläufige Mitteilung über sein Molekulargewicht. *Biochem Z* 252:1–7
- Tröger HD, Eisenmenger W, Tutsch-Bauer E (1980a) Myoglobinnachweis im Sinusblut in Abhängigkeit von der Todesursache. *Beitr Gerichtl Med* 28:377–379
- Tröger HD, Eisenmenger W, Tutsch-Bauer E (1980b) Vergleichende Untersuchungen zur gerichtsmedizinischen Bedeutung des Myoglobinnachweises im Sinus-, Herz- und Femoralisblut. *Beitr Gerichtl Med* 28:317–320
- Volk P, Bergmann M (1971) Zur Frage der prä- und postmortalen Einschwemmung von Myoglobin in das Blut. *Beitr Gerichtl Med* 28:115–116