

Mikrobielle Kontamination der Antigene AB0 im Knochengewebe*

R. Hauser, S. Raszeja, R. Pawlowski und A. Samet

Institut für Gerichtliche Medizin der Medizinischen Akademie Gdąnsk,
ul. Curie Skłodowskiej 3a, PL-80 210 Gdąnsk, Polen

Microbiological Contamination of AB0 Antigens in Bone Tissue

Summary. Fragments of human bones were stored in different media for two years and then expression of the AB0 antigens was indicated. Simultaneously, microbiological investigations were performed. In almost all cases, different AB0 substances were detected in putrefied and fresh bones taken from the same person. Blood group antigens found in putrefied bones were compared with serological activity of bacterium cultured from these tissues. Attempts were made to remove unspecific reactions. The authors assume that bacteria are responsible for nonspecific serological reactions, not only as a carrier of blood-group-like substances, but also as a source of enzymes responsible for changes in the structure of AB0 antigens in putrefied bones.

Key words: Determination of AB0 antigens, decomposed bones – Blood types, determination of AB0 antigens in decomposed bones

Zusammenfassung. Knochenfragmente wurden in verschiedenen Verhältnissen im Zeitabschnitt von 2 Jahren aufbewahrt, und danach ihre Gruppenzugehörigkeit bestimmt. Parallel wurden auch mikrobiologische Untersuchungen durchgeführt. Man konnte in fast allen Fällen des intensiven Fäulnisprozesses der Knochen einen Unterschied zwischen Ergebnissen der serologischen Untersuchung der Knochenfragmente und der Gruppenzugehörigkeit der Individuen, von welchen die Knochen entnommen waren, feststellen. Man suchte nach eventuellem Zusammenhang zwischen unspezifischen serologischen Knochenreaktionen und Gruppenaktivität der aus ihnen gezüchteten Bakterien. Einige Versuche der Beseitigung der unspezifischen Reaktionen wurden durchgeführt. Die Verfasser kommen zu dem Schluß, daß die Bakterien für die unspezifischen Reaktionen verantwortlich sind, nicht nur als Träger der gruppenähnlichen Substanzen, aber besonders auch als Träger der für die Strukturänderungen der primären Knochengruppentantigenen verantwortlichen Enzyme.

* Herrn Professor Dr. med. Hans-Joachim Mallach zum 60. Geburtstag gewidmet
Sonderdruckanfragen an: Prof. Dr. S. Raszeja (Adresse siehe oben)

Schlüsselwörter: Nachweis der AB0-Gruppensubstanz, Knochenzersetzung – Blutgruppen, AB0-Bestimmung an Knochen

Seit der Pionierarbeit von Boyd und Boyd (1934) sowie Candela (1936) erschienen zahlreiche Arbeiten über die Blutgruppenbestimmung an Knochen, die am langsamsten der postmortalen Zersetzung unterliegen (Beyer 1962; Borgognini 1968). Das von Kind (1960a, b) eingeführte, später mehrmals modifizierte Absorptions-Elutionsverfahren wird als das für die osteologischen Untersuchungen geeigneteste betrachtet und als sehr empfindlich beurteilt; die für eine positive Reaktion benötigte Knochenmenge beträgt nach Takata (1973) nur einige Milligramm.

Bei Verwendung frischen Materials erweckten die Untersuchungsergebnisse praktisch keine Zweifel; außer einigen Ausnahmefällen kam es zu keinen unspezifischen Reaktionen. Viele Autoren bezweifeln dagegen die Glaubwürdigkeit der Ergebnisse solcher Untersuchungen am postmortal veränderten Material, darunter auch an solchem archäologischer Herkunft (Berg u. Mitarb. 1981; Mallach 1983). Veränderungen der Antigenstrukturen unter Einfluß der Fäulnis beobachtete u. a. Pereira (1973), welcher diese als Transformation der vorhandenen Antigene durch Bakterienenzyme erklärt hatte oder auch als ein „Aufeinanderlegen“ antigenspezifischer Bakteriensubstanzen auf die eigentliche Gruppenantigene. Prokop (1982) widmete besonderes Augenmerk den Eigenschaften der Streptokokken. Eine Fehlerquelle bei Untersuchungen des bodenverunreinigten Materials können außerdem die Gruppensubstanzen und Lektine aus Pflanzen und Invertebraten bilden.

Umfangreiche Untersuchungen zur Serologie der Knochengewebe in Abhängigkeit von der Expositionszeit hatten Berg und Mitarbeiter (1983) durchgeführt. Einerseits untersuchten sie die Knochen mit unterschiedlicher serologischer Technik, wobei sie überzeugende Resultate mit Hilfe der klassischen Absorptions-Elutionsmethode erhielten, andererseits führten sie Untersuchungen mit Hilfe physikochemischer und mikroskopischer Methoden zur objektiven Erfassung der Veränderungen in den Knochen, – ein Kriterium zur exakten Interpretation der Ergebnisse serologischer Bestimmungen –, durch. Schließlich stellten die Autoren fest, daß nur das Fehlen postmortalen Veränderungen in der Morphologie der Knochen die serologische Typisierung als zuverlässig erscheinen lassen kann.

Aufgabenstellung

Zweck unserer Arbeit war erstens die Darstellung des Einflusses der Knochenfäulnis auf die Bestimmung der Blutgruppenzugehörigkeit, zweitens die Suche nach einem Zusammenhang zwischen unspezifischen serologischen Knochenreaktionen und serologischer Aktivität der auf ihnen gezüchteten Bakterien, drittens der Versuch der Beseitigung unspezifischer serologischer Reaktionen bei Anwendung von Verbindungen, welche die Bakterienstruktur zerstören.

Material und Methodik

Die zu den Untersuchungen verwendeten Knochenfragmente stammten von neun zufällig ausgewählten Leichen, welche im gerichtlichen Auftrag sezziert worden waren. In vier Fällen wurde die Blutgruppe A, in zwei Fällen die Blutgruppe B, in drei Fällen die Blutgruppe 0 bestimmt. Die etwa 10 cm langen Knochenfragmente wurden aus dem mittleren Drittel des Femurschaftes gewonnen, wobei jedes Fragment in drei ziemlich gleiche Teile aufgeteilt wurde. Auf diese Weise erhielten wir drei Gruppen (I bis III) von Knochenfragmenten, je neun in jeder Gruppe (siehe Tabellen 1 bis 3). Die zu Gruppe I gehörenden Fragmente wurden von Weichteilen einschließlich der Knochenhaut befreit, dagegen Knochenfragmente der Gruppen II und III mit Muskeln, Bindegewebe und Knochenmark wie folgt exponiert: Einige von ihnen in einem teilweise geschlossenen Glasgefäß, dessen Boden mit Waldstreu bedeckt war (Gruppe II); die anderen ebenfalls in einem Glasgefäß, aber unter Wasser (Gruppe III). Das auf diese Weise bereitete Knochenmaterial wurde bei Außentemperatur während zweier Jahre aufbewahrt. Anschließend wurden diese Knochenfragmente zerkleinert, wobei, streng auf Sterilität achtend, Teilchen mit einem Durchmesser von 0,3 bis 0,5 mm erhalten wurden.

Mit einem Teil wurden die Blutgruppen mittels Absorptions-Elutionsmethode bestimmt; der Rest wurde vollständig pulverisiert, wobei die Pulveranteile jedesmal in einer Menge von 100 Milligramm einer mikrobiologischen Untersuchung unterlagen. Die Bakteriensuspension wurde bis zur völligen Trockne eingedampft. Das dabei entstandene Sediment wurde mit dem Absorptions-Elutionsverfahren zur Feststellung der Gruppenaktivität A und B untersucht.

In Anbetracht dessen, daß der Titer des *Ulex europaeus*-Extraktes, der zur Verfügung stand, zu niedrig war, um positive Reaktionen mit dem untersuchten Stoff zu erlangen, verzichteten wir auf die Bestimmung der Blutgruppensubstanz H. Zwecks Beseitigung der Bakterien aus untersuchten Knochenfragmenten verwendeten wir das modifizierte Helinski-Verfahren (Helinski und Clewell 1969), unter Verwendung der Lysozymlösung und eines starken Detergens (SDS-Dodecylsulfat). Als Kriterium der Wirkungskraft dieser Substanzen wurden spektrometrische Messungen der Trübungssenkung in der Bakteriensuspension durchgeführt; wir bestimmten den Extinktionswert bei Wellenlänge 575 nm vor der Lysozymzufuhr (E_1), nach der Zufuhr (E_2) und bei gleichzeitiger Zugabe von SDS (E_3).

Untersucht wurden mit der Absorptions-Elutionsmethode zunächst Knochenproben mit einem Gewicht von 20 mg und danach Knochenproben mit gleichem Gewicht, welche vorangehend einer Wirkung der Faktoren, die man bei der Bakteriensuspension verwendete (Lysozym und SDS), unterlagen. Die Ergebnisse der serologischen und bakteriologischen Knochenuntersuchungen wie auch der serologischen und spektrometrischen Untersuchungen der Bakteriensuspensionen sind in den Tabellen 1-3 dargestellt.

Ergebnisse und Diskussion

In allen Proben, welche in Gruppe I dem Absorptions-Elutionsverfahren unterlagen, stimmten die Ergebnisse mit den Ergebnissen der vorangehenden Blutgruppenuntersuchungen überein. Unspezifische Reaktionen konnten wir nicht feststellen, auch keine Reaktionen der Knochen „0“ mit anti-A- und anti-B-Serum.

Die Ergebnisse der serologischen Bestimmungen fast aller Proben, welche dem Fäulnisprozeß unterlagen, – Gruppen II und III –, unterschieden sich von der Gruppenzugehörigkeit der Individuen, von welchen sie entnommen wurden. Nur in zwei Fällen, – II: 4 A und III: 3 A –, stellten wir Übereinstimmung fest. Es wurde auch kein Schwund der primären serologischen Aktivität beobachtet, jedoch war in einem Fall, – II: 5 B –, ein teilweiser Titterschwund zu beobachten.

Tabelle 1. Ergebnisse der Untersuchungen an Knochen ohne jegliche Weichteile (Gruppe I)

Vers. Nr.	Blutgruppe	Agglutination				Bakteriologische Untersuchungen							
		vor Lysozym + SDS		nach Lysozym + SDS		Bakterienart	Nachweis der Agglutination		Extinktion der Bakteriensuspension				
		anti-A	anti-B	anti-A	anti-B		anti-A	anti-B	E ₁	E ₂	E ₃		
1	A	+	-	++	-	Mikrokoccus sp.	+	-	+	-	1,46	1,01	0,64
2	A	+	-	++	-	Bazillus sp. Mikrokoccus sp.	++	++	+	-	1,31 1,24	0,51 0,73	0,06 0,49
3	A	+	-	++	-	Mikrokoccus sp.	+	++	++	-	1,52	1,28	0,93
4	A	+	-	++	-	Mikrokoccus sp.	+	++	+	-	1,20	0,78	0,48
5	B	-	+	-	+	Mikrokoccus sp.	-	-	+	-	1,18	0,78	0,50
6	B	-	+	-	+	Mikrokoccus sp.	-	-	++	-	1,52	1,08	0,74
7	0	-	-	-	-	Mikrokoccus sp.	-	-	+	-	1,53	1,35	1,21
8	0	-	-	-	-	Mikrokoccus sp.	-	-	+	-	1,38	0,80	0,71
9	0	-	-	-	-	Mikrokoccus sp.	-	-	+	-	1,18	0,80	0,39

Zeichenerklärungen:

1. Die Stärke der Agglutination:

- ± sehr schwach, problematisch
- + gut ablesbar
- ++ einige Konglomerate

2. Extinktion:

- E₁ vor Lysozym + SDS
- E₂ nach Lysozym
- E₃ nach Lysozym + SDS

Tabelle 2. Ergebnisse der Untersuchungen an Knochen, die zwei Jahre lang in Glasgefäßen mit Waldboden aufbewahrt worden waren (Gruppe II)

Vers. Nr.	Blutgruppe	Agglutination				Bakteriologische Untersuchungen				Extinktion der Bakteriensuspension		
		vor Lysozym + SDS		nach Lysozym + SDS		Bakterienart	Nachweis der Agglutination		E ₁	E ₂	E ₃	
		anti-A	anti-B	anti-A	anti-B		anti-A	anti-B				
1	A	+	+	+	±	Mikrokoccus sp.	+	-	0,77	0,63	0,38	
2	A	+	±	+	±	Alcaligenes sp.	+	-	1,54	1,18	0,05	
3	A	+	±	±	±	Mikrokoccus sp.	+	-	1,20	0,87	0,32	
4	A	+	-	+	-							
5	B	+	±	+	-	Mikrokoccus sp.	+	-	1,28	0,78	0,60	
6	B	±	+	±	+	Flavobacterium sp.	-	-	1,47	1,12	0,22	
7	0	+	+	±	-	Mikrokoccus sp.	+	-	1,30	0,91	0,60	
8	0	+	±	±	-	Aeromonas sp.	++	-	1,58	1,24	0,16	
						Alcaligenes sp.	+	-	1,64	1,28	0,04	
8	0	+	±	±	-	Mikrokoccus sp.	+	-	1,41	0,00	0,53	
9	0	+	+	+	-	Mikrokoccus sp.	+	-	1,27	0,86	0,55	

Zeichenerklärung: siehe Tabelle 1

Tabelle 3. Ergebnisse der Untersuchungen an Knochen, die zwei Jahre lang unter Wasser exponiert waren (Gruppe III)

Vers. Nr.	Blutgruppe	Agglutination				Bakteriologische Untersuchungen							
		vor Lysozym + SDS		nach Lysozym + SDS		Bakterienart	Nachweis der Agglutination		Extinktion der Bakteriensuspension				
		anti-A	anti-B	anti-A	anti-B		anti-A	anti-B	E ₁	E ₂	E ₃		
1	A	+	±	+	+	Mikrokoccus sp.	+	-	+	-	1,12	0,85	0,46
2	A	+	±	-	-	Mikrokoccus sp.	+	-	+	-	1,21	0,82	0,51
3	A	+	-	-	-	Mikrokoccus sp.	+	-	+	-	0,91	0,77	0,35
4	A	+	±	+	+	Mikrokoccus sp. Bazillus sp.	+	-	+	++	1,29	0,98	0,51
5	B	+	+	-	±	Acinetobacter sp.	-	-	-	-	0,65	0,40	0,05
6	B	+	+	±	-	Mikrokoccus sp. Alcaligenes sp.	+	-	++	-	1,58	1,21	0,90
7	0	±	±	-	-	Acinetobacter sp.	-	-	-	-	1,55	1,12	0,08
8	0	+	-	-	-						1,58	1,32	0,17
9	0	±	-	-	-	Mikrokoccus sp.	+	-	+	-	1,28	0,79	0,51

Zeichenerklärung, siehe Tabelle 1

Zusammenfassend betrachtet, wurden in 20 Proben unspezifische Reaktionen der Blutgruppen A und B beobachtet, was mit den Angaben von Mittmeyer und Schmidt (1982) übereinstimmt. Andererseits wiederum kann es den Anschein haben, daß solch eine Menge falscher Bestimmungen beim Knochenmaterial, welches in äußeren Verhältnissen im Zeitabschnitt von zwei Jahren exponiert war, im Widerspruch zu den Versuchsergebnissen anderer Autoren steht, die eine Blutgruppenbestimmung an Knochen nach einer bedeutend längeren Expositionszeit fehlerfrei durchgeführt haben (Yada 1972; Takata 1974). Man darf jedoch nicht vergessen, daß die Knochen, welche zu unserem Versuch benutzt wurden, einem intensiven Fäulnisprozeß unterlegen waren. Thieme und Otten (1956, 1957) haben ähnliche Bedingungen bei den Untersuchungen angewendet und ebenfalls einen großen Prozentsatz falscher Bestimmungen festgestellt.

Wir konnten deutliche Unterschiede in Agglutinationscharakter und Agglutinationskraft der eluierten anti-A- und anti-B-Seren beobachten. Während die in Knochenproben aus der Gruppe I agglutinierten Blutzellenkonglomerate eine ungleichmäßige, zerrissene Oberfläche besaßen und schwer einem Zerfall unterlagen, war die Oberfläche der Agglutinate aus den Gruppen II und III glatt, wobei sie leicht einem Zerfall unterlagen. Diese Beobachtung bestätigten Cameron und Mitarbeiter (1959) sowie die Ergebnisse von Jenkins und Mitarbeiter (1972), welche eine schwächere Serumaktivität der Erythrozyten mit der „erworbenen“ B-Eigenschaft betrafen.

Aus dem untersuchten Stoff, — mit Ausnahme der Proben II: 4 A und III: 80 —, konnten wir gramnegative Bakterien sowie grampositive Stäbchen und Kokken züchten. Es handelte sich um aerobe oder relativ anaerobe Bakterien. Die meisten der gezüchteten Bakteriensuspensionen reagierten serologisch aktiv, wobei Kokken und Bakterien der Stämme *Alkaligenes* und *Aeromonas* Eigenschaften der Gruppensubstanz A aufwiesen, die Stäbchen der Stämme aus *Bazillus* zeigten dagegen die Serumeigenschaften A und B. Eine serologische Aktivität der Stäbchen aus den Stämmen von *Acinetobacter* und *Flavobacter* wurde nicht festgestellt.

Die serologischen Untersuchungen der Bakterienstämme wurden nach vorangehendem Kochen der Suspensionen durchgeführt, was die Vernichtung des wärmlabilen oberflächlichen Antigens K bezweckte, welches, — wie Springer (1970) behauptet —, die tiefer liegenden gruppenaktiven Bakteriensubstanzen maskieren kann. Einzugeschieden ist, daß zu Anfang der Untersuchungen die serologischen Bestimmungen an Bakterien anhand der in einem gerichtsmethodischen Labor routinemäßig durchgeführten Agglutinationshemmungsmethode erfolgten; im Hinblick auf deren geringe Empfindlichkeit bei den Bakterienuntersuchungen wurde sie sehr bald durch die Absorptions-Elutionsmethode ersetzt. Unsere Befunde betreffs der serologischen Bakterienaktivität im AB0-System bestätigten die Erkenntnisse einzelner anderer Autoren, darunter vor allem Springer und Mitarbeiter (1961).

Das, was wir in dieser Arbeit hauptsächlich aufzuklären beabsichtigten, war die Bestimmung eines gewissen Zusammenhanges zwischen unspezifischen, serologischen Reaktionen an faulem Knochenmaterial und dem serologischen

Bild der daraus gezüchteten Bakterien. Die Analyse der in den Tabellen enthaltenen Daten erlaubt uns festzustellen, daß in fünf Fällen, — II: 5 B, II: 6 B, II: 8 0, II: 9 0 und III: 6 B —, der bakterielle Einfluß zwingend auf die Änderung der serologischen Eigenschaften der Knochenprobe einwirkt.

Nicht selten jedoch konnten wir falsche serologische Reaktionen an Knochenproben beobachten, die keine Erklärung mit Hilfe der serologischen Bakterienuntersuchungen finden. Dies bezieht sich auf die Fälle II: 1 A, II: 2 A, II: 3 A, II: 7 0, II: 8 0, II: 9 0 und III: 1 A, III: 2 A, III: 5 B, III: 7 0 und III: 8 0. Weitere Interpretationsschwierigkeiten ergeben sich aus der Züchtung verschiedener Bakterienstämme in der Gruppe I, bei denen wir keine falschen Gruppenbestimmungen feststellen konnten. Es ist also schwer, eine eindeutige Antwort auf die Frage zu geben, welches die Ursache der unspezifischen Reaktionen im faulen Knochenmaterial bildet. Nebst höchstwahrscheinlich vorhandenem Einfluß der aus Knochen gezüchteten serologisch aktiven Bakterien, sollte man auch andere Faktoren in Betracht ziehen, so zum Beispiel irreversible Antigenstrukturveränderungen der Knochen, die durch Bakterienenzyme aufgetreten sind (Pereira 1973), oder durch den von Berg und Mitarbeiter (1983) erwähnten Einfluß der sich in Geweben befindenden toten Bakterien, oft variierend von denjenigen, die zu Beginn der Untersuchung zu züchten waren. Man kann hier auch den Einfluß von Pilzen und anderen Pflanzen, welche Träger gruppenähnlicher Substanzen sind, nicht ausschließen (Prokop 1982).

Der Versuch, unspezifische serologische Reaktionen mit destruktiv auf die Bakterienzelle durch Zellwandbeschädigung, Zellquellung und schließlich Zerreißen der Bakterienwand wirkenden Verbindungen zu verhindern, hatte zu keinen befriedigenden Resultaten geführt.

Bei der Prüfung der Gruppenzugehörigkeit von Knochenproben in den Gruppen II und III, die unter Einfluß von Lysozym und SDS standen, stellten wir fest, daß die serologischen Reaktionen der vorher bestimmten Blutgruppenzugehörigkeit nur in vier Fällen übereinstimmten, — und zwar in den Fällen III: 5 B, III: 0 7, III: 0 8 und III: 0 9. Die Erhaltung von unspezifischen serologischen Reaktionen im Knochenmaterial trotz Lysozym- und SDS-Anwendung könnte man in manchen Fällen II: 5 B, II: 6 B, II: 0 8 und II: 0 9 sowie III: 6 B durch verhältnismäßig große Widerstandsfähigkeit der Bakterienzellen, — $E_3 > 0,53$ —, erklären. Dieser Hypothese scheinen die Fälle II: 7 0 und III: 4 A zu widersprechen, wo unspezifische serologische Reaktionen trotz wesentlicher Empfindlichkeit der gezüchteten Bakterien auf die Lysozym- und SDS-Wirkung, — $E_3 < 0,16$ —, doch aufgetreten sind.

Die Gesamtheit der hier vorgestellten Ausführungen erlaubt uns festzustellen, daß die Interpretation der serologischen Versuchsergebnisse am faulen biologischen Material auf Hindernisse trifft, welche wir gegenwärtig nicht zu erklären imstande sind. Dies bedeutet, daß ein großes Fehlerrisiko bei Beurteilung der Gruppenzugehörigkeit in solchen Fällen existiert. Weiterführende Untersuchungen der Antigenblutgruppenbestimmung an faulen Knochen sollen die Rolle der Bakterien, — nicht nur als Träger der gruppenähnlichen Substanzen, sondern auch als Träger der für die Strukturveränderungen der primären Knochengruppenantigene verantwortlichen Enzyme —, aufklären.

Literatur

- Berg S, Rolle R, Seemann H (1981) Der Archäologe und der Tod. Archäologie und Gerichtsmedizin. CJ Bucher, München Luzern
- Berg S, Bertozzi B, Meier R, Mendritzki S (1983) Vergleichend-methodologischer Beitrag und kritische Bemerkungen zur Interpretation von Blutgruppenbestimmungen an Mumienrelikten und Skelettfunden. *Anthropol Anz* 41:1
- Beyer S (1982) Über den Nachweis gruppenspezifischer Substanzen im Knochen. Med Diss, Greifswald
- Borgognini SM (1968) New trends in blood group determination in human bones. Proc VIIth Intern Congr Anthropol Ethnol Sci, Tokyo-Kyoto, p 114
- Boyd W, Boyd L (1934) An attempt to determine the blood groups of mummies. *Proc Soc Exp Biol Med* 31: 671
- Cameron C, Graham F, Dunsford I, Sickles G, Macpherson CR, Cahan A, Sanger R, Race RR (1959) Acquisition of B-like antigen by red blood cells. *Br Med J* 2:29
- Candela PB (1936) Blood group reactions in ancient human skeletons. *Am J Phys Anthropol* 21: 429
- Helinski DR, Clewell DB (1969) Supercoiled circular DNA-protein complex in *E. coli* purification and induced conversion to an open circular DNA form. *Proc Nat Acad Sci USA* 62: 1159
- Jenkins GC, Brown J, Lincoln P, Dodd BE (1972) The problem of the acquired B antigen in forensic serology. *Forensic Sci J* 12: 597
- Kind SS (1960a) Absorption-elution grouping of dried blood smears. *Nature* 185: 397
- Kind SS (1960b) Absorption-elution grouping of dried blood stains on fabrics. *nature* 187: 789
- Mallach HJ (1983) Der Zerfall organischer Substanz als Problem der Gerichtlichen Medizin. In: Fortschritte der Rechtsmedizin. Festschrift für Georg Schmidt. Springer, Berlin Heidelberg New York, S 89-97
- Mittmeyer H-J, Schmidt V (1982) Grenzen der AB0-Differenzierung am Leichenblut. *Beitr Gerichtl Med* 40: 487
- Pereira M (1973) AB0 grouping of decomposed human tissue. *J Forensic Sci Soc* 13: 33
- Prokop O (1982) Wechselwirkungen zwischen Bakterien, Blut- und Serumgruppen. XII. Kongreß der Internationalen Akademie für Gerichtliche Medizin. *Acta Med Leg Soc Liege* 33: Suppl 1125
- Springer GF, Williamson P, Brandes W (1961) Blood group activity of gramnegative bacteria. *J Exp Med* 113: 1077
- Springer GF (1970) Importance of blood-group substances in interactions between man and microbes. *Ann NY Acad Sci* 169: 134
- Takata H (1973) Studies on blood groups of human teeth. *Jpn J Legal Med* 27: 46
- Takata H (1974) Studies on blood groups of human teeth. *Jpn J Legal Med* 28: 417
- Thieme FP, Otten CM (1956) A blood typing of human skull fragments from the Pleistocene. *Am J Phys Anthropol* 14: 437
- Thieme FP, Otten CM (1957) The unreliability of blood typing aged bone. *Am J Phys Anthropol* 15: 387
- Yada S, Tsugawa N, Uchida H, Yamada S (1972) Blood grouping of the compact bone tissue. *Acta Crim Jpn* 38: 113

Eingegangen am 8. September 1983