

Aus dem Institut für gerichtliche Medizin der Universität Heidelberg  
(Direktor: Prof. Dr. med. BERTHOLD MUELLER)

## Familienuntersuchungen über die Vererbung der Eigenschaft Gm<sup>a</sup>

Von

I. KLOSE und D. FEIST

(Eingegangen am 6. November 1961)

Die bisher veröffentlichten Zahlen zur Frage der Vererbung des Faktors Gm<sup>a</sup> sind noch nicht groß. Familienuntersuchungen stammen von GRUBB und LAURELL (28 Familien mit 94 Kindern), HARBOE und LUNDVALL (32 Familien mit 91 Kindern), LINNET-JEPSEN, GALATIUS-JENSEN und HAUGE (181 Familien mit 438 Kindern), MOULLEC, KHERUMIAN, SUTTON und ESPAGNON (23 Familien mit 55 Kindern) sowie PROKOP, FÜNFFHAUSEN und RACKWITZ (46 Familien mit 101 Kindern).

Im Rahmen der Erweiterung dieser Kenntnisse wurden von uns 21 Familien aus der Umgebung von Heidelberg und Nürnberg mit insgesamt 47 Kindern untersucht.

Voraussetzung hierzu war das Vorhandensein eines Anti-Gm<sup>a</sup>-Serum. Zur Gewinnung eines solchen wurden von uns 400 menschliche Seren auf das Vorhandensein der Anti-Gm<sup>a</sup>-Eigenschaft geprüft. Diese Seren wurden uns größtenteils von Herrn Oberarzt Dr. KNÜCHEL\* von der Herzheilstätte Königsstuhl (Heidelberg) zur Verfügung gestellt. Bei diesen 400 Seren fanden wir 252 Gm<sup>a</sup>-positive und 148 Gm<sup>a</sup>-negative. Ein Anti-Gm<sup>a</sup> konnte jedoch nicht gefunden werden. Wir benutzten deswegen ein Anti-Gm<sup>a</sup>-Serum, das uns Herr Prof. Dr. PROKOP\* zur Verfügung stellte. — Zur Doppelbestimmung (alle Befunde wurden mehrfach gesichert) nahmen wir ein von der Firma „Biotest“ hergestelltes Anti-Gm<sup>a</sup>-Serum mit der Chargin-Nr. 85504.

Bei der Arbeit verdienten wir uns folgender — von FÜNFFHAUSEN angegebener — Technik:

Blutkörperchen von Spendern der Gruppe 0 Rh-positiv werden mit geeignetem Anti-D-Serum sensibilisiert. Dazu werden die Blutkörperchen 4—5mal gewaschen, dann 0,15 cm<sup>3</sup> von dem Sediment + 0,40 cm<sup>3</sup> von dem 1:2 verdünnten Anti-D-Serum in 1 cm<sup>3</sup> physiologischer NaCl-Lösung 1 $\frac{1}{2}$  Std bei 37° C inkubiert. — Nach den Literaturangaben eignen sich nicht alle 0-Rh-positive Personen als Spender für die Gm<sup>a</sup>-Bestimmungstechnik. Für unsere Arbeit wurden sechs Angehörige des Instituts abwechselnd als Spender herangezogen; von diesen waren sämtliche Blute für die Technik geeignet. — Von den von uns geprüften Anti-D-Seren eignete sich am besten das von der Firma „Biotest“ hergestellte inkomplette Anti-D-Serum mit der Chargin-Nr. 72904.

\* Wir möchten an dieser Stelle Herrn Oberarzt Dr. KNÜCHEL und Herrn Prof. Dr. PROKOP danken.

Zum Anti-D-Serum sei noch folgendes gesagt: GRUBB vertrat die Meinung, daß das Anti-D selbst Gm<sup>a</sup>-positiv sein müsse. PODLIACHOUK et al. fanden jedoch als ihr bestes Anti-D ein Serum vom Typ Gm<sup>a</sup>-negativ. HARBOE und LUNDEVALL wiederum gaben an, daß das Anti-D-Serum Gm<sup>a</sup>-positiv sein müsse. — Unsere eigenen Erfahrungen stimmen mit GRUBB, HARBOE und LUNDEVALL überein.

Zur Durchführung des eigentlichen Hemmtestes werden die vorbereiteten Blutkörperchen nach der Inkubation wieder 4—5mal gewaschen. Es wird eine 5%ige Gebrauchsverdünnung hergestellt. Auf Lauerplättchen wird zunächst je ein Tropfen des zu untersuchenden Serums (unverdünnt) mit einem Tropfen Anti-Gm<sup>a</sup>-Serum (1:5 verdünnt) zusammengebracht. Nach 15 min Stehen bei Zimmertemperatur wird ein Tropfen der sensibilisierten Bk-Aufschwemmung hinzugefügt. Als Reaktionsoptimum erwies sich ein einstündiger Aufenthalt in feuchter Kammer bei +5° C.

In unseren Familien waren alle Kinder über 10 Jahre alt. — Außer der Gm<sup>a</sup>-Gruppeneigenschaft wurden noch die klassischen Blutgruppen, die Faktoren M und N, die Rhesus-Untergruppen sowie die Zugehörigkeit im Hp-System bestimmt. Eine Inkompatibilität zwischen Vater und Kind wurde in keinem dieser Systeme gefunden. Die Ergebnisse unserer Untersuchungen sind in der Tabelle 1 zusammengefaßt.

Demnach fanden wir also auch in unseren Familien eine dominante Vererbung des Faktors Gm<sup>a+</sup> und konnten keine Abweichungen von dem Mendelschen Erbgang feststellen.

Bezüglich der Annahme der unifaktoriellen Vererbung mit Dominanz von Gm<sup>a+</sup> interessieren besonders die „kritischen“ Elternkombinationen Gm<sup>a-</sup> × Gm<sup>a-</sup>. Die bisher darüber veröffentlichten Zahlen sind folgende (Tabelle 2).

Tabelle 1. Gm<sup>a+</sup>-Eigenschaft und Vererbung

Paarung	Zahl der Elternpaare	Gesamtzahl der Kinder	Davon Kinder	
			Gm <sup>a+</sup>	Gm <sup>a-</sup>
Gm <sup>a+</sup> × Gm <sup>a+</sup>	4	10	9	1
Gm <sup>a+</sup> × Gm <sup>a-</sup>	12	28	15	13
Gm <sup>a-</sup> × Gm <sup>a-</sup>	5	9	—	9
Gesamt	21	47	24	23

Tabelle 2. Bisher untersuchte „kritische“ Elternkombinationen Gm<sup>a-</sup> × Gm<sup>a-</sup>

Autoren	Zahl der Elternpaare Gm <sup>a-</sup> × Gm <sup>a-</sup>	Gesamtzahl der Kinder	Davon	
			Gm <sup>a+</sup>	Gm <sup>a-</sup>
GRUBB-LAURELL . . . . .	5	24	0	24
HARBOE-LUNDEVALL . . . . .	4	12	0	12
LINNET-JEPSEN, GALATIUS-JENSEN und HAUGE . . . . .	34	93	0	93
MOULLEC, KHERUMLIAN, SUTTON u. ESPAGNON . . . . .	6	17	0	17
PROKOP-FÜNFHAUSEN und RACKWITZ . . . . .	12	27	0	27
Unsere Ergebnisse . . . . .	5	9	0	9
Gesamt	66	182	0	182

Um zu prüfen, ob eine Abhängigkeit zwischen den klassischen Blutgruppen oder Rhesus-System und der Gm<sup>a</sup>-Gruppenzugehörigkeit besteht, wurden die untersuchten 89 Personen nach ihrer Zugehörigkeit in diesen Systemen aufgeteilt. Es ergaben sich folgende Zahlenverhältnisse (Tabelle 3).

Es konnte keine Abhängigkeit zwischen der Vererbung des Faktors Gm<sup>a</sup> von der klassischen Blutgruppen und dem Rhesus-System beobachtet werden.

Außerdem wurde die Gm<sup>a</sup>-Eigenschaft unserer untersuchten Personen noch in Beziehung gesetzt zum männlichen und weiblichen Geschlecht und zur Serum-Eigenschaft Hp.

Tabelle 3. *Das Verhältnis der Gm<sup>a</sup>-Eigenschaft zu den klassischen Blutgruppen und Rh-Zugehörigkeit*

Blutgruppe	Gm <sup>a+</sup>	Gm <sup>a-</sup>	Gesamt	Davon	
				Rh-positiv	Rh-negativ
A <sub>1</sub>	16	18	34	28	6
A <sub>2</sub>	2	2	4	4	—
B	7	8	15	13	2
0	15	14	29	22	7
A <sub>1</sub> B	3	2	5	5	—
A <sub>2</sub> B	1	1	2	2	—
Gesamt	44	45	89	74	15

Die Ergebnisse sind in den folgenden Tabellen 4 und 5 festgehalten.

Diese Tabellen zeigen, daß die Aufschlüsselung unseres Zahlenmaterials in Gm<sup>a</sup>-positive und Gm<sup>a</sup>-negative Personen etwa den auch sonst veröffentlichten Zahlen entsprechen. Hier müssen jedoch noch die

eingangs erwähnten von uns mit untersuchten 400 Seren hinzugezählt werden. Es ergibt sich dann ein Verhältnis von 63% Gm<sup>a+</sup> zu 37% Gm<sup>a-</sup>.

In der Tabelle 4 werden außerdem die Gm<sup>a</sup>-Eigenschaften mit der Geschlechtszugehörigkeit in Beziehung gesetzt. Hierfür liegen Vergleichszahlen in der Literatur noch nicht vor.

Tabelle 4. *Die Gm<sup>a</sup>-Gruppeneigenschaften bei Aufteilung nach Geschlecht*

	Männlich	Weiblich	Gesamt
Gm <sup>a+</sup>	27	17	44
Gm <sup>a-</sup>	21	24	45
Gesamt	48	41	89

Tabelle 5. *Die Gm<sup>a</sup>-Gruppeneigenschaften und Serum-Eigenschaft Hp*

	Hp 2—2	Hp 2—1	Hp 1—1	Gesamt
Gm <sup>a+</sup>	11	24	9	44
Gm <sup>a-</sup>	13	24	8	45
Gesamt	24	48	17	89

Bei der Aufteilung des Zahlenmaterials zur Haptoglobinzugehörigkeit (Tabelle 5) konnte ebenfalls keine Abhängigkeit von der Vererbung des Hp-Typus festgestellt werden.

### Zusammenfassung

An 21 Familien mit 47 Kindern wurde die Vererbung des Faktors Gm<sup>a</sup> sowie seine zahlenmäßige Beziehung zu anderen Blut-Eigenschaften

überprüft. — Wir fanden in unseren Untersuchungen eine dominante Vererbung des Faktors Gm<sup>a</sup> nach den Mendelschen Regeln und keine Ausnahme von den Vererbungsgesetzen.

Unter den von uns untersuchten Familien waren fünf der besonders interessierenden Elternpaare Gm<sup>a-</sup> × Gm<sup>a-</sup> mit insgesamt neun Kindern. Alle Kinder waren ebenfalls Gm<sup>a-</sup>. — Mit unseren Zahlen erhöhen sich die bisher mitgeteilten Zahlen über diese „kritischen“ Elternpaare auf 66 Familien mit insgesamt 182 Kindern, von denen alle Kinder stets nur das Merkmal Gm<sup>a-</sup> besaßen.

Unterstellt man, daß das nächste zufällig herausgegriffene Kind einer Elternkombination Gm<sup>a-</sup> × Gm<sup>a-</sup> von der Regel abweichen würde, liegt bis jetzt ein Verhältnis von 182:1 vor. Die Unsicherheitsrate errechnet sich dann auf 0,54%.

Dieses Material reicht — bei Anwendung der Gm<sup>a</sup>-Bestimmung in Vaterschaftsfragen — zur Rechtfertigung des „offenbar unmöglich“ noch nicht ganz aus, kommt ihm jedoch schon sehr nahe.

Die Gm<sup>a</sup>-Bestimmung sollte — zumindest zur Unterstützung anderer serologischer Befunde — mit herangezogen werden. Die Ausschlußquote für einen zu unrecht Beschuldigten Präsumitivvater mit Hilfe der Gm<sup>a</sup>-Bestimmung wurde von REIMANN mit etwa 6% angegeben.

Die von FÜNFFHAUSEN angegebene Technik zur Bestimmung der Gm<sup>a</sup>-Zugehörigkeit ist gut durchführbar und lieferte bei uns einwandfreie Ergebnisse. — Wir konnten weiter die Angaben von GRUBB, HARBOE und LUNDEVALL bestätigen, daß die erforderlichen Anti-D-Seren Gm<sup>a</sup>-positiv sein müssen.

Eine Abhängigkeit der Vererbung der Eigenschaft Gm<sup>a</sup> von den klassischen Blutgruppen, vom Rhesus-System sowie den Eigenschaften im Haptoglobin-System konnte bei Vergleichen nicht festgestellt werden. Wir stimmen darin mit bisherigen Untersuchern überein.

Die an Rande dieser Arbeit von uns noch vorgenommene Aufschlüsselung des Zahlenmaterials in Gm<sup>a</sup>-positive und Gm<sup>a</sup>-negative Personen (einschließlich der voruntersuchten 400 Seren) ergab ein Verhältnis von 63% Gm<sup>a+</sup> zu 37% Gm<sup>a-</sup>. Das entspricht etwa den auch sonst beobachteten Zahlen.

### Literatur

- DOUGLAS, R., J. JACOBS, J. SHERLIKER and J. M. STAVELEY: Blood groups, serum genetic factors and haemoglobins in Alice Islanders. *N. Z. med. J.* **60**, 259—261 (1961).
- FÜNFFHAUSEN, G.: Die Gm<sup>a</sup>-Frequenz in Berlin mit Angaben über die Häufigkeit geeigneter Anti-Rh-Seren. Erscheint in *Blut* (mündliche Mitteilung).
- GRUBB, R.: Agglutination of erythrocytes coated with „incomplete“ anti-Rh by certain rheumatoid arthritic sera and some other sera. *Acta path. microbiol. scand.* **39**, 195—197 (1956).
- , and A. B. LAURELL: Hereditary serological human serum groups. *Acta path. microbiol. scand.* **39**, 390—398 (1956).

- HARBOE, M.: A new hemagglutinating substance in the Gm substance, Anti-Gm<sup>b</sup>. Acta path. microbiol. scand. **47**, 2—11 (1959).
- , and J. LUNDEVALL: A new type in the Gm system. Acta path. microbiol. scand. **45**, 357—370 (1959).
- HUNGER, E., u. E. MARKERT: Untersuchungen über die Gm<sup>a</sup>-Frequenz im Raum Leipzig. Dtsch. Gesundh.-Wes. **16**, 1253—1254 (1961).
- JAROSCH, K., u. H. GRIMS: Die Gm-Serumgruppen und ihre Bedeutung für die forensische Anwendung. Öst. R. Z. **6**, 89—91 (1961).
- LINNET-JEPSEN, P., G. GALATIUS-JENSEN and M. HAUGE: On the inheritance of the GM-serum group. Acta genet. (Basel) **8**, 164—171 (1958).
- MOULLEC, J., R. KHERUMIAN, E. SUTTON et P. ESPAGNON: Contribution à l'étude du facteur de groupe Gm<sup>a</sup> du plasma humain. Rev. Hémat. **11**, 512—518 (1956).
- PODLIACHOUK, L., F. JAQUELINE et A. EYQUEM: Le fractur sérique Gm<sup>a</sup> au cours des thumatismes inflammatoires chroniques. Ann. Inst. Pasteur **94**, 590—597 (1958).
- PROKOP, O., G. FÜNFHAUSEN u. A. RACKWITZ: Familienuntersuchungen zur Frage der Vererbung der Eigenschaft Gm<sup>a</sup> (gleichzeitig mit Hp-Befunden). Blut **5**, 301—302 (1961).
- REIMANN, W.: Die Gm-Serum-Gruppen. Vortrag Symposium über erbliche Blut- und Serumgruppen. Berlin 10. November 1960.
- WICHMANN, D., u. F. SCHLEYER: Untersuchungen über die Häufigkeit der Haptoglobintypen in Nordrhein-Westfalen und ihre forensische Verwertbarkeit. Z. Immun-Forsch. **3**, 196—209 (1961).

Dr. med. IRMELA KLOSE und DIETRICH FEIST,  
Institut für gerichtliche Medizin der Universität Heidelberg,  
Voßstraße 2