

## Über den Nachweis von erblichen Enzymeigenschaften im Sperma\*

W. Schwerd und H. D. Fehrer

Institut für Rechtsmedizin der Universität, Versbacher Landstraße 3, D-8700 Würzburg, Bundesrepublik Deutschland

### The Detection of Inherited Enzyme Polymorphism in Semen

**Summary.** Our investigation of the occurrence of the enzymes phosphoglucomutase (PGM), glutamate-pyruvate-transaminase (GPT), adenylatkinase (AK), adenosine-desaminase (ADA), and 6-phosphogluconate-dehydrogenase (6-PGD) produced the following results:

The *phosphoglucomutase* type was demonstrated in the most sperm samples and seminal stains in accordance with the corresponding blood type. This enzyme is rather stable and could still be demonstrated well in 1-month old stains.

The *glutamate-pyruvate-transaminase* can only seldom be determined in semen and seminal stains. We only found the GPT 1 type, which is known to have usually the strongest activity.

The *adenylatekinase* was demonstrable in the most fresh ejaculates (not older than 24 h) and in about half the seminal stains (not older than 7 days)—The AK—2-band gets weak with increasing lay days, which may lead to incorrect determinations.

The *adenosine-desaminase* could not be determined in sperm. On the contrary, *6-phosphogluconate-dehydrogenase* could be demonstrated in fresh semen samples and also partly in seminal stains up to 7 days. The demonstration of the enzymes did not depend in any system on the secretor type.

**Key words:** Enzyme polymorphism, detection in semen – Seminal stains, detection of enzyme polymorphism

**Zusammenfassung.** Die Überprüfung des Auftretens der Enzyme: Phosphoglucomutase (PGM<sub>1</sub>), Glutamat-Pyruvat-Transaminase (GPT), Adenylatkinase (AK), Adenosin-Desaminase (ADA) und 6-Phosphogluconat-Dehydrogenase (6-PGD) im Sperma und in Spermaflecken ergab folgendes:

\* Herrn Professor Dr. G. Dotzauer, Köln, zum 65. Geburtstag gewidmet

Der *Phosphoglukomutasetyp* war in den meisten Spermaproben und Spermaflecken übereinstimmend mit dem Bluttyp nachzuweisen. Das Enzym ist ziemlich stabil und war auch noch in 1 Monat alten Flecken gut nachweisbar.

Die *Glutamat-Pyruvat-Transaminase* ist nur ausnahmsweise im Sperma bzw. Spermaflecken feststellbar. Wir fanden auch nur den Typ GPT 1, der bekanntlich gewöhnlich die stärkste Aktivität aufweist.

Die *Adenylatkinase* war in der Mehrzahl der frischen (nicht mehr als 24 h alten) Ejakulate und in etwa der Hälfte der (bis zu 7 Tage alten) Spermaflecken nachweisbar. Die AK-2-Bande schwächt sich mit zunehmender Liegezeit ab, was zu Fehlbestimmungen führen kann.

Die *Adenosin-Desaminase* war im Sperma nicht feststellbar, dagegen konnte die *6-Phosphogluconat-Dehydrogenase* in frischen Spermaproben und teilweise auch in bis zu 7 Tage alten Spermaflecken nachgewiesen werden.

Eine Abhängigkeit der Nachweisbarkeit der Enzyme vom Ausscheiders (Sekretor-)Typ war in keinem System erkennbar. Über das Auftreten der genannten Enzyme im Vaginalsekret wird in einer späteren Arbeit berichtet werden.

**Schlüsselwörter:** Spermaspuren, Nachweis von Enzymeigenschaften – Enzyme, im Sperma

Spermaspuren können bei Sittlichkeitsdelikten einen wichtigen Beitrag zur Überführung oder zum Ausschluß Tatverdächtiger leisten. Seit langem ist das Vorkommen von *ABO-Substanzen* im Sperma bei „Ausscheidern“ bekannt. Unter den Enzymen, die im Sperma vorkommen, spielt die *saure Phosphatase* eine große Rolle. Das Enzymmuster stimmt nicht mit dem der Erythrozytenphosphatase überein. Die Unterschiede im elektrophoretischen Verhalten scheinen nicht genetisch determiniert zu sein. Die Spermaphosphatase leistet bisher keinen Beitrag zur Individualdiagnose (Suyama et al., 1976, 1977).

Renninger und Sina (1970), Brinkmann und Koops (1971), Radam und Strauch (1971) sowie andere Autoren wiesen die *Phosphoglukomutase* im Sperma nach. Alle Autoren fanden eine Übereinstimmung des Musters mit dem von homologen Hämolyisaten. Mehrfach wurde jedoch auf quantitative Unterschiede hingewiesen. So betonten z. B. Price u. Mitarb., daß die PGM-Phänotypen nur in frischem und reichlichem Material bestimmbar seien (wobei Mengenangaben nicht gemacht wurden). Andere Autoren wiesen dagegen auf die große Stabilität des Enzyms hin (Culliford, Brinkmann, Oepen u. a.). Aus angetrocknetem Sperma konnten es Radam und Strauch noch in einem 3 Monate alten Flecken, Radam in einem 5 Monate alten Flecken nachweisen. In einem eigenen Fall gelang die eindeutige Abgrenzung des PGM-Typs noch in einem 18 Monate alten Spermaflecken.

Die *Glutamat-Pyruvat-Transaminase (GPT)* wurde von Radam im Sekret der Vesicula seminalis nachgewiesen. Angaben über GPT-Analysen im Sperma fanden wir nicht in der Literatur.

Die *Adenylatkinase (AK)* wurde dagegen von Blake und Sensabaugh (1976) im Sperma, und zwar sowohl in Spermien als auch im Spermaplasma gefunden.

Weiterhin fand man im Sperma die 6-Phosphogluconatdehydrogenase (6-PGD) (Brinkmann und Koops; Blake und Sensabaugh). Die letzteren Autoren stellten fest, daß die 6-PGD nur in den Spermien, nicht aber im Spermaplasma nachgewiesen werden kann.

Unter den erblichen Enzymmustern ist schließlich noch die *Adenosin-desaminase (ADA)* untersucht worden. Sie wurde jedoch im Sperma nicht gefunden.

## Eigene Untersuchungen

*Methodik.* Alle Isoenzyme wurden mit Hilfe der horizontalen Stärkegel-Elektrophorese dargestellt.

*Nachweis der PGM- und GPT-Isoenzyme.* Zur Darstellung dieser beiden Enzyme wurde das Verfahren von Ritter und Kömpf, modifiziert nach Rauschke<sup>1</sup>, angewendet.

Der Brückenpuffer bestand aus 48,44 g Trispuffer, 46,40 g Maleinsäure, 14,88 g EDTA-Na<sub>2</sub> (Titriplex), 8,12 g MgCl<sub>2</sub>, 19,20 g NaOH, die in 4 l Aqua dest. gelöst wurden. Die Lösung wurde anschließend mit 1 n NaOH auf einen pH von 7,2 eingestellt. Für die Herstellung des Gelpuffers wurde der Brückenpuffer im Verhältnis 1:20 verdünnt und mit 0,1 n NaOH auf einen pH von 7,5 eingestellt. Das Stärkegel wurde aus 8 g Biotest-Stärke und 39 g Toronto-Stärke bereitet, die in 380 ml Gelpuffer gekocht wurden.

Die zu untersuchenden Proben wurden mit Hilfe von Filterpapieren der Firma Schleicher & Schüll (Nr. 2208) in das Gel eingepflegt. Aus den Spermaflecken wurde ein Stück von ca. 5 × 15 mm Größe geschnitten, mit einem Tropfen Aqua dest. versetzt und direkt in das Stärkegel eingebracht. Die Elektrophorese wurde in einer Kammer der Größe 35 × 23 cm durchgeführt. Bei einer Temperatur von 4°C und einer Spannung von 200 V betrug die Trennzeit 15 Std.

### Färbung der Isoenzyme

1. *PGM.* Der Färbepuffer (Trispuffer) wurde hergestellt aus 12,1 g Tris, 3,7 g EDTA-Na<sub>2</sub>, 26,8 ml 2 n HCl, 10 ml MgCl<sub>2</sub>, die in einem Liter H<sub>2</sub>O gelöst wurden; der pH des Puffers betrug 8,0. In 20 ml Trispuffer wurden gelöst: 75 mg Glucose-1-Phosphat, 6 mg NADP, 6 mg MTT Dimethylthiazolyl-diphenyl-tetra zolium-bromid, 3 mg PMS Phenazin-Methosulfat, eine Spatelspitze Glucose-1,6-Diphosphat und 0,015 ml Glucose-6-Phosphat-Dehydrogenase. Diese Lösung wurde mit einem Gel vermischt (bestehend aus 300 g Agar purum und 93 mg Histidin, die in 40 ml Trispuffer gekocht und anschließend auf 45°C abgekühlt wurden). Das Färbegemisch wurde sodann auf den aufgeschnittenen Stärkeblock aufgetragen.

Nach einer einstündigen Inkubation bei 37°C konnten die PGM-Phänotypen der Hämolyse bestimmt werden. Für den exakten Nachweis der Phänotypen im Sperma wurde noch eine weitere Stunde inkubiert und der Stärkegelblock anschließend für 15 min einer Temperatur von 4°C ausgesetzt.

2. *GPT.* Die Isoenzyme wurden nach der Negativ-Methode gefärbt. Für den Färbepuffer wurden 12,11 g Tris und 70 ml 1 n HCl in einem Liter Aqua dest. gelöst und das Gemisch auf einen pH von 7,6 eingestellt. In 50 ml Färbepuffer wurden 1,4 g D-L-Alanin, 20 mg  $\alpha$ -Ketoglutarat, 40 mg NADH, 5 mg Pyridoxal-5-Phosphat, 5 mg MTT und 0,2 ml Lactatdehydrogenase gelöst und auf 45°C erwärmt. Das Inkubationsgemisch wurde dann mit Hilfe von Filterpapieren beidseits auf den aufgeschnittenen Stärkeblock aufgebracht.

1 Persönliche Mitteilung

Nach einer zweistündigen Inkubation von 37°C wurde die eigentliche Färbelösung (5 mg PMS und 5 mg MTT in 50 ml Färbepuffer) über das Stärkegel gegossen. Nach 5 min stellten sich die Spots dar.

#### *Nachweis der AK- und 6-PGD-Isoenzyme*

Für beide Enzyme wurde dasselbe Elektrophoresesystem verwendet.

Der Brückenpuffer mit einem pH von 6,0 wurde hergestellt aus 527,5 g tert. Na-Zitrat und 43 g Zitronensäure, die in 5 Liter Aqua dest. gelöst wurden. Der Gelpuffer bestand aus 7,15 g  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ , 2,8 g  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \times 12 \text{H}_2\text{O}$  und Aqua dest. ad. 5 l.

Für das Stärkegel wurden 11 g Toronto- und 24 g Biotest-Stärke in 350 ml Gelpuffer gekocht. Zum Beimpfen des Stärkegels wurden Filterpapierchen  $4 \times 4$  mm (Schleicher & Schüll) verwendet. Für die 18stündige Trennzeit wurde eine Spannung von 150 V gewählt.

Die Färbung des aufgeschnittenen Gelblocks erfolgte wie die der PGM-Isoenzyme mit Hilfe der Agar-Overlay-Technik:

1. *AK*. Das Färbegel wurde hergestellt aus 300 mg Agar purum in 22 ml PGM-Trispuffer. Die Färbelösung bestand aus 110 mg Glucose, 220 mg  $\text{MgCl}_2$ , 26,4 mg ADP, 11 mg NADP, 6,6 mg MTT, 6,6 mg PMS, 0,080 ml Glucose-6-Phosphat-Dehydrogenase und 0,022 ml Hexokinase in 15 ml Trispuffer. Nach ein- bis zweistündiger Inkubation bei 37°C wurde ca. 15 min bei 4°C gekühlt.

2. *6-PGD*. 200 mg Agar purum wurden in 20 ml PGM-Trispuffer gekocht und das Gel auf 55°C abgekühlt. Die Farbesubstanzen (1 g  $\text{MgCl}_2$ , 20 mg Gluconat-6-Phosphat, 4 mg NADP, 4 mg MTT und 1 mg PMS) wurden in dem Gel gelöst und auf den aufgeschnittenen Stärkegelblock gegossen. Die Dauer der Inkubation betrug ein bis zwei Stunden bei 37°C.

#### *Nachweis der ADA-Isoenzyme*

Der Brückenpuffer bestand aus 465 ml einer Lösung von 68,05 g 0,5 m Kaliumdihydrogenphosphat in 1 l Aqua dest. aus 190 ml einer Lösung von 89 g 0,5 m Di-Natriumhydrogenphosphat-2-hydrat in 1 l  $\text{H}_2\text{O}$ .

Für den Gelpuffer wurde der Brückenpuffer im Verhältnis 1:10 verdünnt. Das Stärkegel wurde aus 57 g Toronto-Stärke und 380 ml Gelpuffer hergestellt.

Weiter wurde wie bei der Darstellung der PGM-Isoenzyme verfahren.

*Färbung*. Der Färbepuffer war ein Phosphatpuffer mit einem pH von 7,5. Er wurde hergestellt aus 0,5 g  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  und 3,8 g  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \times \text{H}_2\text{O}$  und 1 l Aqua dest. Für das Färbegel wurden 550 mg Agar purum in 44 ml Färbepuffer gekocht.

Die Farbesubstanzen (33 mg Adenosin, 11 mg MTT, 11 mg PMS, 0,044 ml Nucleosid-Phosphorylase und 0,044 ml Xanthin-Oxidase) wurden in 22 ml Färbepuffer gelöst und mit dem Gel vermischt. Das weitere Vorgehen entsprach dem oben angegebenen.

### Diskussion der Ergebnisse

Zum Nachweis der *Phosphoglukomutase* ( $\text{PGM}_1$ ) standen 30 Blutproben und 30 homologe Spermaproben zur Verfügung (vgl. Tabelle 1). Das Alter der Proben 1—12 betrug maximal 24 h, das der Proben 13—30 4 bis 6 Tage.

In Abhängigkeit der bei jeder Spermaprobe unterschiedlichen Spermamenge wurde versucht, die PGM in verschiedenen Versuchsansätzen (Gesamtsperma, Spermaplasma und Spermaflecken) nachzuweisen. Soweit PGM-Banden nachweisbar waren, stimmten sie in ihrem Muster mit dem aus den homologen Hämolyisaten überein. In 27 Fällen konnte in mindestens einem der 4 Ansätze der PGM-Phänotyp nachgewiesen werden. In 3 Fällen ergab sich überhaupt kein

**Tabelle 1.** Phosphoglukomutase (PGM<sub>1</sub>) in der Stärkegelelektrophorese

Lfd. Nr.	Ausscheider	Blut	Gesamt-sperma	Spermen	Sperma-plasma	Alter der Sperma-proben	Sperma-flecken	Alter der Flecken
1	se	2-1	2-1	2-1	2-1	24h	2-1	21 T
2	Se	1	1	1	1	24h	1	21 T
3	se	2-1	2-1	—	2-1	24h	2-1	14 T
4	Se	1	1	1	1	24h	1	14 T
5	Se	1	?	—	?	24h	1	14 T
6	Se	2-1	2-1	2-1	2-1	24h	2-1	14 T
7	Se	2-1	2-1	2-1	?	24h	2-1	14 T
8	se	2-1	?	2-1	?	24h	2-1	3 T
9	Se	1	1	1	1	24h	1	3 T
10	Se	1	1	1	1	24h	?	3 T
11	Se	2-1		2-1	2-1	24h		
12	se	2-1		2-1	?	24h		
13	Se	2-1	2-1			6 T		
14	Se	1	1			4 T	1	30 T
15	Se	1	1			4 T	1	30 T
16	Se	1	1			4 T	1	30 T
17	se	2-1	2-1			4 T	2-1	30 T
18	se	1		—		6 T	1	21 T
19	Se	1		1		6 T		
20	Se	1		1		6 T	1	21 T
21	Se	1		—		5 T	1	21 T
22	se	1		—		4 T	1	21 T
23	Se	1		—		4 T	1	21 T
24	Se	2-1		?	?	4 T		
25	Se	2		2		4 T		
26	se	2-1		2-1	?	4 T		
27	Se	1		?	?	3 T		
28	se	2-1		2-1	2-1	3 T		
29	se	2-1		?	2-1	3 T		
30	Se	2	?	—	—			

Ausscheider : Se = Ausscheider; se = Nichtausscheider

? : Bei diesen Proben war eine Typisierung nicht exakt möglich

— : Bei diesen Proben zeigte sich keinerlei Färbung

T : Tage

freie Spalten: Entsprechende Proben konnten nicht untersucht werden

verwertbares Bild. In 10 Fällen waren mindestens in einem der Ansätze die Abzeichnungen so schwach, daß eine exakte Typisierung nicht vorgenommen werden konnte.

Anscheinend bestehen Konzentrationsdifferenzen des Enzyms in den einzelnen Fraktionen des Spermas, wobei jedoch keine systematische Bevorzugung der einen oder anderen Fraktion zu erkennen war. Die gleichzeitige Bestimmung der Ausscheidereigenschaft in allen Proben ergab keine Anhaltspunkte dafür, daß der Ausscheiderstatus für das Vorkommen der Phosphoglukomutase im Sperma von Bedeutung ist. Der Nachweis war unabhängig vom Alter der Proben zu erbringen.

Unter den 19 Proben, bei denen bis zu 1 Monat alte Spermaflecken untersucht wurden, war mit einer Ausnahme ein eindeutiges, mit Blut und Frischsperma übereinstimmendes Ergebnis zu erzielen.

#### *Glutamat-Pyruvat-Transaminase (GPT)*

Zur Untersuchung standen 24 Spermaproben und entsprechende homologe Hämolysate zur Verfügung. Ferner wurde an 11, maximal 24 h alten Spermaflecken versucht, GPT nachzuweisen.

Im *Gesamtsperma* (13 Proben, die fast ausnahmslos innerhalb von 24 Std nach der Gewinnung untersucht wurden) konnte nur einmal der GPT-Phänotyp (GPT 1) nachgewiesen werden. In 11 *Spermaplasmaproben*, die ebenfalls innerhalb von 24 h nach der Ejakulation untersucht wurden, konnte das Enzym nicht nachgewiesen werden. In 24 Lysaten aus Spermien (gewonnen durch Einfrieren und Wiederauftauen der abzentrifugierten Spermien), deren Alter zwischen 24 Std und 5 Tagen lag, wurde dreimal der GPT-Phänotyp (GPT 1) nachgewiesen. In 11 *Spermaflecken*, die innerhalb von 24 Std nach der Anfertigung untersucht wurden, war kein GPT-Phänotyp zu erkennen.

In den 4 Fällen, in denen der GPT-Typ im Sperma gefunden werden konnte, handelte es sich um GPT 1-Typen. Das ist wohl darauf zurückzuführen, daß der GPT 1-Typ bekanntlich derjenige mit der stärksten Enzymaktivität ist (Welch u. a.). Drei der vier Probanden, bei denen GPT im Sperma nachgewiesen werden konnte, waren Ausscheider, einer Nichtausscheider.

#### *Adenylatkinase (AK)*

Auf das Vorhandensein von AK wurden 37 Ejakulate untersucht, 14 Spermaflecken und die homologen Blute. Das Alter der Proben lag bei den Fällen 1—16 unter 24 h, bei den Proben 17—37 zwischen 5 und 7 Tagen (s. Tabelle 2).

In den 16 Ejakulaten, die binnen 24 h untersucht wurden, konnte in 13 Fällen in einem der Untersuchungsansätze (*Gesamtsperma*, *Spermaplasma*, *Spermien* und *Spermaflecken*) der AK-Phänotyp übereinstimmend mit dem der homologen Hämolysate bestimmt werden.

Bei den 21 Fällen, in dem das Alter des Spermas im Durchschnitt 6 Tage betrug, war nur zweimal eine Typisierung möglich.

In den positiven Fällen konnte die Adenylatkinase größtenteils entweder in den Spermien oder im Spermaplasma bestimmt werden. Ursächlich dafür waren

Tabelle 2. Adenylatkinase (AK) in der Stärkegelelektrophorese

Lfd. Nr.	Ausscheider	Blut	Gesamt-sperma	Spermen	Sperma-plasma	Alter der Sperma-proben	Sperma-flecken	Alter der Flecken
1	se	1	?	?	?	24h	1	7T
2	Se	1	—	—	—	24h	—	7T
3	se	1	—	1	?	24h		
4	se	1	—	1	1	24h	1	7T
5	Se	1	—	—	—	24h	1	7T
6	Se	1	—	—	1	24h	—	7T
7	Se	1	—	—	—	24h	—	7T
8	Se	1	1	?	1	24h	1	7T
9	se	1	1	?	—	24h	1	7T
10	Se	1	1	?	—	24h	1	7T
11	Se	1	?	1	—	24h	?	7T
12	Se	1	1	?	1	24h	1	7T
13	Se	2-1	2-1	?	2-1	24h	2-1	7T
14	Se	1	1	?	?	24h	—	7T
15	Se	1	1	?	1	24h	—	7T
16	Se	1		—		24h		
17	Se	2-1	—			5T		
18	Se	1	—			5T		
19	Se	1	—			5T		
20	se	2-1	—			5T		
21	se	1	—			5T		
22	Se	1	—			5T		
23	Se	1	—			5T		
24	Se	1	1			6T		
25	Se	1	?			6T		
26	se	1		—		6T		
27	Se	1		—		7T		
28	Se	1		—		7T		
29	Se	1		—		7T		
30	Se	1		1		7T		
31	Se	1		—		7T		
32	Se	1		—		7T		
33	Se	1		?		7T		
34	se	1		?	—	7T		
35	Se	1		—	?	7T		
36	se	1		?	?	7T		
37	Se	1	—	—		7T		

Ausscheider: Se = Ausscheider; se = Nichtausscheider

? : Bei diesen Proben war eine Typisierung nicht exakt möglich

— : Bei diesen Proben zeigte sich keine Färbung

T : Tage

freie Spalten: Entsprechende Proben konnten nicht untersucht werden

Tabelle 3. 6-Phosphogluconat-Dehydrogenase (6-PGD) in der Stärkegelelektrophorese

Lfd. Nr.	Ausscheider	Blut	Gesamt-sperma	Spermien	Spermaplasma	Alter der Spermaproben	Spermaflecken	Alter der Flecken
1	se	A	—	A	—	24h	A	2T
2	Se	A	—	A	—	24h	A	2T
3	Se	A		A		24h		
4	se	A	A	A	—	24h		
5	se	A	A	A	—	24h	?	2T
6	Se	A	A	A	—	24h	?	2T
7	Se	A	?	—	—	24h	?	3T
8	Se	A	—	A	—	24h	?	3T
9	Se	A	—	A	—	24h	?	7T
10	se	A	—	A	—	24h	?	7T
11	Se	A	—	A	—	24h	A	7T
12	Se	—	A	A	—	24h	?	7T
13	Se	A					A	7T
14	Se	A					A	7T
15	Se	A					A	7T
16	Se	A						
17	Se	A	—			6T		
18	Se	A	—			6T		
19	Se	A	—			6T		
20	Se	A	A			6T		
21	se	AB	—			6T		
22	se	A	—			6T		
23	Se	A	—			6T		
24	Se	A	—			6T		
25	Se	A	A			6T		
26	Se	A	?			6T		
27	Se	A		?		6T		
28	Se	A		?		4T		
29	se	A		—	—	4T		
30	Se	A		—	—	4T		
31	se	A		—	—	4T		
32	Se	A	—	—	—	4T		

Ausscheider: Se = Ausscheider; se = Nichtausscheider

? : Bei diesen Proben war eine Typisierung nicht exakt möglich

— : Bei diesen Proben zeigte sich keine Färbung

T : Tage

freie Spalten: Entsprechende Proben konnten nicht untersucht werden



wohl wechselnde Konzentrationen der AK in den verschiedenen Fraktionen der Proben.

8 von 14 Spermaflecken waren hinsichtlich des AK-Phänotyps zu typisieren. Diese Flecken waren maximal 7 Tage alt. Bei einer längeren Lagerungsdauer nahm die Aktivität sowohl der AK 1- als auch der AK 2-Bande ab.

Eine Abhängigkeit des Auftretens von AK im Sperma von der Ausscheidereigenschaft war nicht zu erkennen.

#### *Adenosindesaminase (ADA)*

Untersucht wurden 32 Spermaproben samt den entsprechenden Hämolysaten und 10 Spermaflecken. Das Alter betrug 1 bis 6 Tage. Es wurde hier auch zwischen Gesamtsperma, Spermaplasma und Spermienlysat differenziert, jedoch gelang in keinem Fall der Nachweis der ADA.

#### *6-Phosphogluconatdehydrogenase (6-PGD)*

Die Ergebnisse der Untersuchungen auf 6-PGD sind in Tabelle 3 dargestellt. Untersucht wurden 28 Spermaproben einschließlich der zugehörigen Hämolysate und 14 Spermaflecken. Die Proben 1 bis 16 wurden innerhalb von 24 h nach der Gewinnung untersucht, die Proben 17 bis 32 waren 4 bis 6 Tage alt. Die Flecken hatten ein Alter zwischen 2 und 7 Tagen.

In 11 von 12 Spermaproben, die höchstens 24 h alt waren, konnte der 6-PGD-Phänotyp in Übereinstimmung mit dem entsprechenden Bluttyp (jeweils A) bestimmt werden. Im Spermaplasma konnte 6-PGD nicht nachgewiesen werden, im Gesamtsperma vereinzelt, am ehesten gelang der Nachweis noch in den abgetrennten und lysierten Spermien. Unter den 14 Spermaflecken war sechsmal der 6-PGD-Typ zu erkennen. Die Ergebnisse waren unabhängig vom Alter der Flecken (2 bis 7 Tage).

Eine Abhängigkeit des 6-PGD-Nachweises von der Ausscheidereigenschaft war nicht festzustellen.

*Danksagung.* Frl. Th. Schantura danken wir herzlich für die technische Mithilfe.

#### **Literatur**

- Blake, E., Sensabaugh, G.: Genetic markers in human semen. A review. *J. Forens. Sci.* **21**, 784—796 (1976)
- Brinkmann, B.: Bestimmung der Phosphoglukomutase-Typen aus Blutspuren. *Z. Ges. Gerichtl. Med.* **66**, 31—34 (1969)
- Brinkmann, B.: Erythrozytäre Enzym polymorphismen in der forensischen Serologie. *Z. Rechtsmed.* **69**, 83—117 (1971)
- Brinkmann, B., Koops, E.: Phosphoglucomutase (PGM) and 6-phosphogluconate dehydrogenase (PGD) isozymes in human cells. *Humangenetik* **14**, 78—80 (1971)
- Culliford, B.: The determination of phosphoglucomutase types in blood stains. *J. Forens. Sci. Soc.* **7**, 131—133 (1967)
- Culliford, B. J.: Phosphoglucomutase. In: *The examination and typing of bloodstain in the Crime Laboratory*, pp. 106—128. Washington: 1971

- Oepen, I.: Dünnschicht-Stärkegelelektrophorese zur Bestimmung der Phosphoglucomutase-Typen an Blutspuren. *Z. Rechtsmed.* **67**, 309—312 (1970)
- Oepen, I., Renninger, W., Hilgermann, R., Hirschhäuser, C.: Darstellung der sauren Phosphatase in Spermaspuren. *Ärztl. Lab.* **17**, 47—53 (1971)
- Price, C. J., Davis, A., Wraxall, B. G. D., Martin, P. D., Parkin, B. H., Emes, G., Culliford, B. J.: The typing of phosphoglucomutase in vaginal material and semen. Zitiert in: *Zentralbl. Rechtsmed.* **11**, 400 (1976)
- Radam, G., Strauch, H.: Nachweis der PGM<sub>1</sub>-Phänotypen in Spermaspuren. *Z. Rechtsmed.* **69**, 145—148 (1971)
- Radam, G.: Methoden und Daten zur Anwendung genetischer Enzym polymorphismen in der forensischen Medizin. In: *Fortschritte der Hämatologie*, Perlick, Plenert (Hrsg.), Vol. 4, S. 185—292. Leipzig: Joh. Barth 1977
- Renninger, W., Sina, D.: Isoenzymmuster der Phosphoglucomutase der menschlichen Spermien (Sp.-PGM<sub>1</sub>). *Humangenetik* **10**, 85—87 (1970)
- Suyama, H., Ohya, I., Fukae, T., Matsumoto, Y.: Acid phosphomonoesterase fractions in human seminal plasma by means of disc electrophoresis. Zitiert in: *Zentralbl. Rechtsmed.* **11**, 400 (1976)
- Suyama, H., Ohya, I., Imai, T., Nakasono, I.: Apparent polymorphism of acid phosphomonoesterase in human seminal plasma by gel electro-focusing and starch gel electrophoresis. Zitiert in: *Zentralbl. Rechtsmed.* **12**, 73 (1977)
- Welch, S. G.: Glutamate-pyruvate transaminase in blood stains. *J. Forens. Sci. Soc.* **12**, 605—607 (1972)
- Welch, S. G.: Quantitative differences between the human red cell glutamate-pyruvate-transaminase phenotypes. *Hum. Hered.* **22**, 190 (1972)

Eingegangen am 27. Dezember 1978