

Zur elektrophoretischen Mobilität der Serumlipoproteide und ihrer diagnostischen Verwertbarkeit

von

Hans SCHRÖCKSNADEL und Helmut WACHTER

(Aus dem Institut für Medizinische Biologie ((Vorstand: Univ.-Prof. Dr. H. SCHRÖCKSNADEL) und dem Institut für Medizinische Chemie ((Vorstand: Univ.-Prof. Dr. R. STÖHR) der Universität Innsbruck)

On the electrophoretic mobility of serum-lipoproteins and their diagnostic value

Synopsis: In the case of the animal (*Gallus domesticus*) and of the human being the mobility of serum-lipoproteins under various conditions was compared with that of protein fractions by means of paper electrophoresis (lipoprotein-mobility test). Thereby it was revealed that in the case of female fowl there are striking changes in the velocity especially of the serum-lipoprotein fraction A in the course of sexual maturity (the setting-in of egg production) and also during moulting. These mobility effects are regulated by hormones. By the administration of eströgenic substances the mobility picture of the non-laying hen during moulting and the corresponding picture of the cock can be changed very quickly into that of an egg-producing hen.

In healthy female and male test persons between 20 and 35 years there was no sexual distinction in the mobility of the serum-lipoprotein fraction A. A distinct increase in the velocity of the fraction A could, however, be identified in gravidity. It appears already in the early stage of pregnancy and disappears again post partum. It has not yet been possible to find a satisfactory explanation of this phenomenon. By means of paperelectrophoretic mobility test it is relatively simple to record changes in the velocity of serum-lipoproteins.

Im Rahmen strahlenbiologischer Experimente über die Wirkung schwacher Radondosen auf die Entwicklung bei *Gallus domesticus* konnte durch papierelektrophoretische Untersuchungen festgestellt werden, daß beim Huhn die Zusammensetzung der Serumproteine und auch der Serumlipoproteide weitgehend geschlechtsabhängig ist (1, 2, 3). Neben Unterschieden in der Lipoproteidverteilung fand sich bei geschlechtsreifen Tieren zudein eine auffällige Differenz in der elektrophoretischen Mobilität der Lipoproteidfraktion A. Beim geschlechtsreifen Hahn ist (wie bei den

noch nicht geschlechtsreifen Hähnen und Hennen) die Fraktion A im Albuminbereich lokalisiert, bei der legenden Henne wandert sie dagegen im alpha-Globulinbereich. Dadurch wird eine Geschlechtsbestimmung direkt aus dem Serum ermöglicht (4).

Nach diesen Befunden schien es lohnend, bei Tier und Mensch nach weiteren diagnostisch verwertbaren Veränderungen in der elektrophetischen Beweglichkeit der Serumlipoproteide zu fahnden. Über die dabei erzielten Resultate, über welche in vorläufiger Form schon berichtet wurde (5, 6) und die im einzelnen an anderer Stelle noch näher dargestellt werden, soll im folgenden ein zusammenfassender Überblick gegeben werden.

Material und Methodik

Zur Erweiterung der tierexperimentellen Befunde wurden bei gesunden weißen Leghornhühnern unter verschiedenen Bedingungen (im Verlauf der Geschlechtsreife, während der Mauser bzw. der damit verbundenen Legepause und nach Hormongaben) die papierelektrophoretische Mobilität der Serumlipoproteide überprüft. Die Blutentnahme wurde nach 14stündiger Aussetzung der Fütterung bei den Nüchtern-tieren durch Venaesectio aus der Flügelvene vorgenommen. Zur Untersuchung kamen nur nicht hämolytische Seren. Die elektrophetische Auftrennung erfolgte im Prinzip nach GRASSMANN und HANNIG (7). Wir verwendeten Michaelis-Puffer, pH 8,6, Ionenstärke 0,075. Für die Protein-Elektrophorese betrug die Laufzeit ca. 14 Stunden bei 100 Volt; Serumauftragmenge: 0,01 ml; Auftragstelle: 7 cm vom äußeren Brückenrand; Filterpapier: Schleicher & Schüll, 2043a, Farbstoff: Amidoschwarz 10 B, gefärbt wurde mit Hilfe des Elektropheromats, eines automatischen Gerätes zur Färbung und Entfärbung von Trägerstoffen nach Elektrophorese (8). Die Auswertung erfolgte nach Transparentmachung am Elphor-Integraphen (Herstellungsfirma: Bender & Hobein, München) bzw. ohne vorherige Transparentmachung im Auflicht am Chromoscangerät (Herstellungsfirma: Joyce-Loebl, England). Die Lipoid-Elektrophorese wurde in einer eigenen Modifikation (9) nach SWAHN (10) durchgeführt. Die elektrophetische Auftrennung geschah wie bei der Protein-Elektrophorese, die Laufzeit betrug jedoch 6 Stunden bei 100 Volt und anschließend 2 Stunden bei 200 Volt; Serumauftragmenge: 0,04 ml. Nach Lufttrocknung der Streifen mit einem Ventilator erfolgte die Färbung mit Sudanschwarz B Merck. Zur Lösung des Farbstoffes verwendeten wir das von MOLINAT, APPEL und TULLER (11) angegebene Gemisch, bestehend aus 30 Vol% Methanol p. a., 30 Vol% Isopropanol p. a. und 40 Vol% destilliertem Wasser. Die Waschflüssigkeit bestand aus 30 vol%-igem Isopropanol p. a. Die Entfärbung wurde in 3 Bädern zu 100 ml Waschflüssigkeit durch jeweils 10 Minuten auf der Wippe durchgeführt. Sodann wurden die mit Filterpapier oberflächlich getrockneten Streifen sofort in Glycerin gebettet und nach ca. 12stündiger Lagerung im Dunkeln in üblicher Weise photometriert bzw. durch Auflichtmessung am Chromoscangerät ausgewertet.

Die Einteilung der aufgetrennten Lipoproteide erfolgte nach BÖHLE und Mitarbeiter (12) in die Fraktionen A und B. Die weitere Unterteilung der langsamer wandernden Lipoproteide in eine Fraktion B und C nahmen wir allerdings nicht vor, da vergleichende Untersuchungen gezeigt hatten, daß diese Unterteilung sehr schwer reproduzierbar ist.

Zum Mobilitäts-Test wurde die elektrophoretische Auftrennung in gleicher Weise wie bei der Protein-Elektrophorese durchgeführt. Die Serumauftragsmenge betrug jedoch nur 0,02 ml. Zur Beurteilung der Mobilität im Vergleich zur Eiweißelektrophorese gingen wir so vor, daß wir ein- und denselben Streifen nach der elektrophoretischen Auftrennung und Lufttrocknung in der Mitte teilten und dann die eine Hälfte der Proteinfärbung, die andere der Lipoproteidfärbung unterwarfen. Bei exaktem Wiederzusammenfügen der gefärbten Streifen ist eine Lokalisation der Fraktionen bzw. ein Zuordnen der Lipoproteidfraktionen zu den Proteinfractionen gut möglich. Es muß allerdings betont werden, daß der Lipoproteid-Elektrophorese insbesondere zur Bestimmung der Mobilität gewisse methodische Mängel anhaften. So ist u. a. die Mobilität bekanntlich abhängig vom Trägermedium, von der Auftragsmenge, von der Art des verwendeten Puffers, von Zusätzen zum Puffer, von der Temperatur, von elektroosmotischen und Strömungseffekten. Durch Verwendung einer standardisierten Methode zur Lipoproteid-Mobilitäts-Prüfung, wie wir sie verwendeten, können solche methodisch bedingten Unsicherheitsfaktoren aber weitgehend ausgeschaltet werden, zumal dabei nicht die absolute sondern nur die relative Mobilität im Vergleich zu den Proteinfractionen beurteilt wird. Darüber hinaus kann dieser optische Mobilitäts-Test auch in quantitativer Form mit statistisch bearbeitbaren Meßdaten durchgeführt werden. Hierüber wird an gesonderter Stelle berichtet.

Die Ermittlung des Gesamteiweiß im Serum erfolgte nach der Biuret-Methode (13) bzw. z. T. mittels Eintauchrefraktometer (Fa. Jena Optik, Jena).

In einer Reihe von Fällen konnten im Fettstoffwechsellabor der Medizinischen Universitätsklinik in Innsbruck (Vorstand: Prof. Dr. H. BRAUNSTEINER) auch die Plasmalipide untersucht werden, wofür wir hier bestens danken. Die Triglyzeride wurden dabei nach CARLSON (14), das Cholesterin nach SEARCY und Mitarbeiter (15), die freien Fettsäuren nach DOLE und Mitarbeitern (16) und der Lipidphosphor nach BARTLETT (17) bestimmt.

Bei den Untersuchungen am Menschen überprüften wir gesunde männliche und weibliche Versuchspersonen zwischen 20 und 35 Jahren sowie Schwangere in den verschiedenen Stadien der Gravidität und post partum. Die Blutentnahme erfolgte bei den nüchternen Versuchspersonen aus der vena cubiti. Auch hier kamen nur nicht hämolytische Seren zur Untersuchung, deren Durchführung völlig jener in den Tierexperimenten entsprach. Unterschiedlich war lediglich die Serumauftragsmenge für die Protein-Elektrophorese, die beim Menschen nur 0,005 ml betrug.

Ergebnisse

I. Tierversuche

a. Elektrophoretische Mobilität der Serumlipoproteide im Verlauf der Geschlechtsreife

Zur Überprüfung der elektrophoretischen Wanderungsgeschwindigkeit der Serumlipoproteide im Verlauf der Geschlechtsreife wurde bei 30 Hühnern, die unter gleichen Aufzuchtbedingungen standen, vom 3. bis zum 12. Lebensmonat in 4wöchentlichen Abständen der Mobilitätstest durchgeführt. Dabei ergab sich zunächst auf breiter Basis eine Bestätigung früherer Befunde (3, 4). Während beim Hahn die Lipoproteid-Mobilität durch die Geschlechtsreife nicht beeinträchtigt wird, kommt es bei der Henne mit dem Einsetzen der Eiproduktion zu einer markanten Änderung in der elektrophoretischen Beweglichkeit der A-Fraktion. Der Mobilitätswechsel setzt jedoch, wie die Überprüfung in monatlichen Intervallen ergab, nicht abrupt ein, sondern entwickelt sich im Verlauf mehrerer Wochen. In diesem Zwischenstadium vom noch nicht geschlechtsreifen zum legenden Tier zeigt die Mobilität der A-Fraktion Übergangsbilder, auf die an anderer Stelle noch näher einzugehen sein wird.

Das Verhalten der Serumproteine während der Geschlechtsreife stimmte im wesentlichen mit dem Ergebnis früherer Untersuchungen (2) überein. Gesamteiweißmenge und Zusammensetzung der Serumproteine wird bei den Hähnen kaum beeinflusst, bei den Hennen nimmt dagegen mit der Legetätigkeit das Gesamteiweiß im Serum beträchtlich zu, wobei es gleichzeitig zu einer relativen Abnahme der Albumine und zu einer Vermehrung der Globuline (vor allem der α_2 -Globuline!) kommt. Ebenso deutlich sind die Unterschiede nach der Geschlechtsreife im Bereich der Serumlipoproteide. Die A-Fraktion erfährt bei den männlichen Tieren eine Erhöhung, während sie bei den legenden Hennen stark absinkt. Auffällige Geschlechtsdifferenzen konnten wir auch an den Serumlipiden feststellen, deren Gesamtmenge bei der legenden Henne ein Vielfaches jener Werte erreicht, welche die noch nicht geschlechtsreifen Tiere bzw. die geschlechtsreifen Hähne aufweisen. Besonders betroffen von diesem Anstieg sind die Triglyzeride und die Phospholipide.

Die differente elektrophoretische Wanderungsgeschwindigkeit der Lipoproteidfraktion A beim Hahn und der legenden Henne steht offenkundig in enger Beziehung zu den geschlechtsbedingten Unterschieden im Bereich der Serumeiweißkörper bzw. der Serumlipide, wobei die Zusammenhänge im einzelnen noch klärungsbedürftig erscheinen. Auf das Vorkommen geschlechtsabhängiger bzw. durch Geschlechtshormone bedingter Veränderungen der Eiweißkörper und der Lipide im Serum von Hühnern und anderen Tieren wurde im übrigen schon von verschiedenen Untersuchern mehrfach hingewiesen (18—30).

b. Elektrophoretische Mobilität der Serumlipoproteide während der Mauser bzw. Legepause

Zu ähnlich großen Umstellungen in der Gonadenaktivität wie in der Pubeszenz kommt es während der Mauser, in welcher das Gefieder ganz oder teilweise erneuert wird. Beim Huhn tritt die Vollmauser normalerweise einmal im Jahr (in der Regel im Herbst) auf und dauert durchschnittlich 2 bis 3 Monate. Sie ist von einer Zunahme der Schilddrüsenaktivität und einer Abnahme der Keimdrüsentätigkeit begleitet, so daß vor allem bei weiblichen Tieren bezüglich der elektrophoretischen Lipoprotein-Mobilität gerade umgekehrte Veränderungen zu erwarten sind wie beim Eintritt in die Pubeszenz. Tatsächlich ergab, wie das Beispiel in Abb. 1 demonstrieret, die Überprüfung bei 13 dreijährigen weißen Leghorn-Hennen während der Mauser bzw. der damit verbundenen Legepause genau entgegengesetzte Mobilitätsveränderungen der Lipoproteide wie beim Erreichen der Geschlechtsreife.

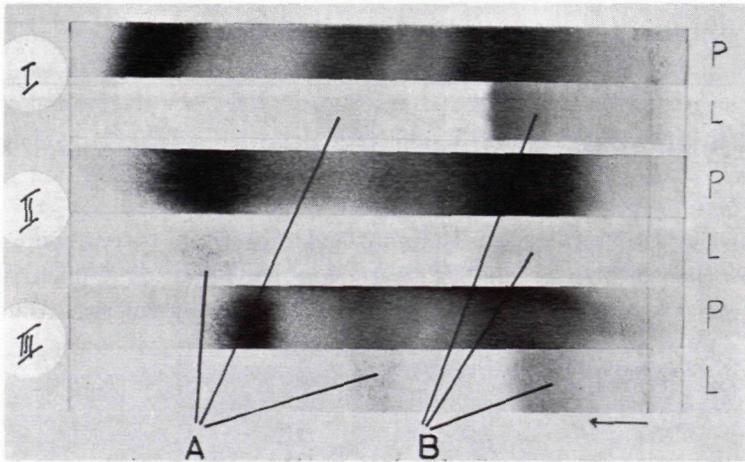


Abb. 1: Verhalten der Serumlipoproteinfraktion A bei weißer Leghornhenne während der Mauser. (Papierelektrophorese; P: Proteinverteilung, L: Lipoproteinverteilung).
 I: Vor der Mauser (legend)
 II: Während der Mauser (nicht legend)
 III: Nach der Mauser (wieder legend)

Abb. 1/I zeigt die für die legende Henne charakteristische Lokalisation der A-Fraktion im Globulinbereich. In der Legepause während der Mauser rückt beim selben Tier die A-Fraktion bis in den Albuminbereich vor (Abb. 1/II), so daß ein ganz dem Hahn entsprechendes Mobilitätsbild resultiert. Gleichzeitig erfährt die B-Fraktion eine deutliche Abschwächung. Nach der Mauser (Abb. 1/III) werden mit dem Einsetzen der Legetätigkeit die ursprünglichen Verhältnisse wieder hergestellt.

Diesen ausgiebigen Mobilitätsänderungen in der Mauser entsprechen hinsichtlich der Zusammensetzung der Serumproteine und Lipoproteide entgegengesetzte Ver-

schiebungen wie im Verlauf der Geschlechtsreife (Abnahme der α_2 -Globuline, Zunahme der Albumine und der A-Lipoproteide). Es ergeben sich Verhältnisse, die für das nicht geschlechtsreife Tier bzw. für den Hahn charakteristisch sind. Auch die Serumlipide, deren Verhalten in der Legepause schon eingehend untersucht wurde (18) zeigen, wie das Beispiel in Tab. 1 dartut, ein analoges Bild.

Tab. 1: Serumlipidfraktionen der Henne vor der Geschlechtsreife, in der Legezeit und während der Mauser.
(FFS: Freie Fettsäuren, TG: Triglyzeride, Chol.: Cholesterin, PL: Phospholipide).

		FFS $\mu\text{Äq/l}$	TG mg%	Chol. mg%	PL mg%
W. Lehgorn ♀ Nr. 24, 4 Monatstier	noch nicht geschlechtsreif	860	28	95	186
W. Leghorn ♀ Nr. 259, 3jährig	legend (21. 9. 65)	810	460	174	495
	in Mauser bzw. Legepause (15. 11. 65)	610	32	132	183

c. Elektrophoretische Mobilität der Serumlipoproteide nach Hormongaben

Nach den elektrophoretischen Mobilitätsänderungen der Serumlipoproteide im Verlauf der Geschlechtsreife und der Mauser bzw. der Legepause war es naheliegend, derartige Effekte experimentell durch Hormongaben auszulösen. Durch intra-

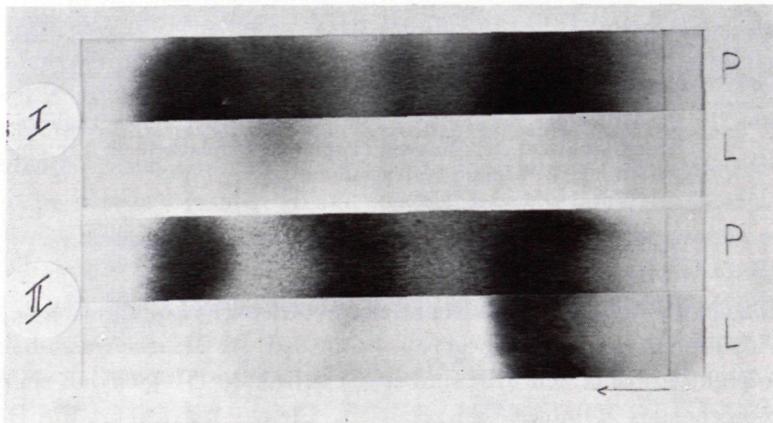


Abb. 2: Mobilitätsänderung der Lipoproteidfraktion A nach Stilboestrolverabreichung.
I: Weiße Leghornhenne in der Mauser
II: Dasselbe Tier 3 Tage nach i. m. Verabreichung von 2,5 mg Stilboestrol pro 100 g Körpergewicht.

muskuläre Verabreichung oestrogener Substanzen an nicht legende Mausertiere kann deren Mobilitätsbild innerhalb von 2 bis 3 Tagen in jenes der legenden Henne umgewandelt werden (Abb. 2).

Beim Mechanismus der Oestrogenwirkung dürfte eine durch Actinomycin-D unterdrückbare Neubildung von Serumproteinen eine wesentliche Rolle spielen (25). Mobilitätsänderungen von der in Abb. 2 wiedergegebenen Art waren auch bei geschlechtsreifen Hähnen 8 bis 14 Tage nach der Applikation von 20 mg Stilboestrol-Implanetten zu erzielen. Die elektrophoretische Beweglichkeit der Serumlipoproteide beim Huhn ist demnach hormonell gesteuert und gewährt in relativ einfacher Weise eine Beurteilung der Ovarienaktivität.

II. Untersuchungen beim Menschen

Nach diesen Beobachtungen im Tierexperiment erschien von besonderem Interesse, ob auch beim Menschen Geschlechtsdifferenzen in der elektrophoretischen Mobilität der Lipoproteid-Fraktion A bestehen. Über Unterschiede in der Zusammensetzung der Serumlipoproteide und der Serumlipide bei Mann und Frau wurde mehrfach schon berichtet (31—35). Bei der Überprüfung dieser Frage an je 20 gesunden weiblichen und männlichen Versuchspersonen im Alter von 20 bis 35 Jahren war aber mit der von uns verwendeten Methodik ein Geschlechtsunterschied in der elektrophoretischen Beweglichkeit der A-Fraktion nicht nachweisbar. Sowohl bei der Frau (Abb. 3/I) als auch beim Mann (Abb. 3/III) ist die A-Fraktion zwischen der

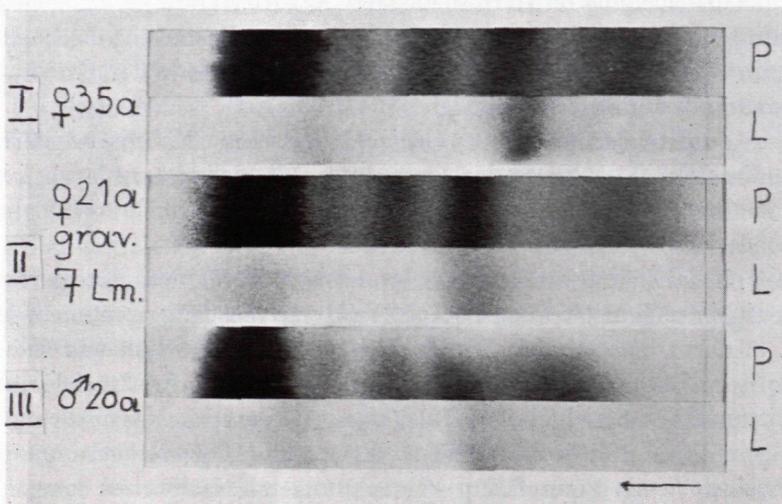


Abb. 3: Mobilität der Lipoproteidfraktion A bei einer weiblichen Normalperson (I), bei einer Graviden (II) und bei einer männlichen Normalperson (III).

Albumin- und der Globulin- α_1 -Fraktion lokalisiert. Ihre Wanderungsgeschwindigkeit ist bei der Frau auch weitgehend unabhängig vom menstruellen Zyklus und den dabei im Serum auftretenden Schwankungen in der Lipoprotein- und Lipidzusammensetzung (36—38).

Eine deutlich erhöhte Wanderungsgeschwindigkeit der Lipoproteinfraktion A konnte jedoch während der Gravidität gefunden und im quantitativen Mobilitätstest statistisch gesichert werden.

In der Schwangerschaft rückt die anodisch beschleunigte A-Fraktion in den Albuminbereich vor (Abb. 3/II). Die Mobilitätsänderung geht hier in entgegengesetzter Richtung wie bei *Gallus domesticus* während der Legezeit und ist auch nicht so ausgeprägt. Außer der A-Fraktion erfährt mit fortschreitender Gravidität auch die B-Fraktion neben quantitativen Veränderungen eine Wanderungsbeschleunigung, auf die schon von RUSS et al. (45) hingewiesen wurde. Die B-Fraktion in Abb. 3/II ist dementsprechend im Vergleich zu jener in Abb. 3/I anodenwärts deutlich verbreitert.

Zur erhöhten Wanderungsgeschwindigkeit der A-Fraktion läßt sich auf Grund von Beobachtungen an über 100 Graviden in den verschiedenen Schwangerschaftsstadien (vom 2. Lunarmonat bis zur Geburt bzw. bis zum Puerperium) aussagen, daß es sich dabei um ein in der Gravidität regelmäßig auftretendes Phänomen handelt, das dementsprechend als physiologisches Schwangerschaftszeichen gewertet werden muß. Ob es in allen Phasen der Schwangerschaft in gleicher Stärke vorhanden ist, bedarf weiterer Abklärung. Besondere Beachtung verdient, daß dieser Mobilitätseffekt schon im Frühstadium der Schwangerschaft (5. bis 6. Woche nach letzter Menstruation) in Erscheinung tritt. Es ist dies die Zeit, in der die Choriongonadotropinausscheidung im Harn so ansteigt, daß die darauf beruhenden Schwangerschaftsfrühproben positiv zu werden beginnen. Von Bedeutung erscheint weiterhin, daß die erhöhte Beweglichkeit der A-Fraktion am Ende der Gravidität bzw. post partum rasch wieder verschwindet.

Für das Zustandekommen der elektrophoretischen Mobilitätsänderung der Lipoproteinfraktion A während der Gravidität läßt sich derzeit noch keine hinreichend fundierte Erklärung geben. Grundsätzlich wären mehrere Möglichkeiten als auslösende Faktoren in Erwägung zu ziehen.

Zunächst einmal könnte es in der Schwangerschaft für den gesteigerten Lipidtransport zu einer Bereitstellung bzw. Neubildung von Trägerproteinen kommen, welche u. a. durch eine erhöhte Wanderungsgeschwindigkeit gekennzeichnet sind. Über spezifische Serumproteine, welche nur bei Graviden auftreten sollen, wurde in letzter Zeit mehrfach berichtet (39—42). Interesse beanspruchen in diesem Zusammenhang vor allem die Beobachtungen WILKENS (41), welcher immunoelektrophoretisch einen neuen Serumfaktor bei Schwangeren nachweisen konnte („pregnancy-zone“), der schon in der 6. bis 8. Graviditätswoche auftritt und 2—3 Wochen nach der Geburt wieder verschwindet. Darüber hinaus erfahren im übrigen fast alle Serumweißfraktionen in der Schwangerschaft mehr oder weniger starke Ver-

änderungen (43, 44). Auch wir fanden in Übereinstimmung mit den Angaben in der Literatur neben einer Abnahme der Gesamtproteine und der Albumine einen Anstieg vor allem der alpha- und der beta-Globuline. Im Gegensatz zum raschen Verschwinden der erhöhten Fraktion-A-Mobilität post partum vollzieht sich die Rückbildung dieser Serumproteinveränderungen während des Puerperiums aber nur allmählich.

Ein weiterer Faktor für das elektrophoretische Mobilitätsbild in der Schwangerschaft könnte eine Veränderung in der Zusammensetzung bzw. im Lipidmuster der Lipoproteide selbst sein. Wie aus zahlreichen Untersuchungen bekannt ist, kommt es in der Gravidität zu einer Vermehrung der Lipoproteide, wobei mit fortschreitender Schwangerschaft vor allem die B-Fraktion zunimmt (45—51). Der in der Gravidität stark gesteigerte Triglyzeridtransport wird vorwiegend von den Lipoproteiden niederer Dichte ($S_r > 12$) und in viel geringerem Ausmaß von solchen höherer Dichte besorgt (52). Die daraus resultierende Änderung in der Zusammensetzung der Lipoproteide bildet sich nach der Geburt aber auch nur allmählich zurück und überdauert damit den Mobilitätseffekt der A-Fraktion.

Als auslösender Faktor für die Mobilitätsbeschleunigung der A-Fraktion käme schließlich auch eine Veränderung im Bereich der Serumlipide in Betracht. Ab dem 2. Drittel der Gravidität tritt eine zunehmend stärker werdende Lipämie auf, welche sämtliche Serumlipidfraktionen, hauptsächlich aber die Triglyzeride betrifft. Diese physiologische Schwangerschaftshyperlipämie, deren Ätiologie noch unklar ist, und die sich nach der Entbindung innerhalb von 8 bis 12 Wochen wieder völlig rückbildet, wurde schon vielfach untersucht (53—59). Sie könnte grundsätzlich die Lipoproteidmobilität beeinflussen. Bei erhöhtem Fettsäuretransport, wenn die Kapazität der Albumine für die Bindung der freien Fettsäuren erschöpft ist, werden Lipoproteide als Vehikel herangezogen, die dann durch Aufnahme von Fettsäure-Anionen eine elektrische Ladungsänderung bzw. eine anodische Wanderungsbeschleunigung erfahren. So erklären sich die Mobilitätseffekte nach intravenöser Verabreichung von Heparin bei Gesunden im Stadium der alimentären Lipämie bzw. bei Kranken mit Hyperlipidämie (60—62). Auf dem Höhepunkt des Klärungsvorganges kann die Wanderungsgeschwindigkeit so beschleunigt sein, daß die B-Lipoproteidfraktion bis in den Bereich der alpha₂-Globulinfraktion und die A-Lipoproteidfraktion sogar vor die Albuminfraktion vordringen kann. Ähnliche Effekte wie nach Heparin lassen sich experimentell durch Zugabe von Oleat erzielen (63). Nach Entfettung des Lipoproteidkomplexes beobachtet man umgekehrt eine Verminderung der elektrophoretischen Mobilität (64).

Es wäre vorstellbar, daß ein solcher Mechanismus auch für die Lipoproteidmobilität in der späteren Schwangerschaft von Bedeutung sein könnte. Nicht zu erklären vermöchte er allerdings die schon im Frühstadium der Gravidität einsetzende Beschleunigung der A-Fraktion. Zu diesem Zeitpunkt liegen die Werte aller Serumlipidfraktionen, wie orientierende Bestimmungen zwischen 5. und 7. Woche post menstruationem ergaben, noch ganz im Normbereich. Es ist hier wohl anzunehmen, daß hormonelle Faktoren im Spiele sind.

Worauf immer die elektrophoretische Mobilitätsänderung der A-Fraktion auch zurückzuführen sein mag, ihr Vorhandensein in der Gravidität zeigt, daß sich dieses Phänomen in diagnostisch verwertbarer Form nicht nur beim Tier, sondern auch beim Menschen nachweisen läßt. Außer der Schwangerschaft gibt es sicher noch andere Zustände mit geänderter Lipoproteidmobilität. So konnte z. B. BERG (65, 66) auf Membranfolie bei gewissen Fettransportstörungen nach Fettbelastung eine Mobilitätsbeschleunigung feststellen.

Es wird neben der Weiterverfolgung des Mobilitätseffektes in der Gravidität Aufgabe weiterer Untersuchungen sein abzuklären, inwieweit auch bei anderen Zuständen über die Kontrolle der Lipoproteidmobilität zusätzliche Einblicke in die Dynamik des Fettransportes gewonnen werden können.

Zusammenfassung

Beim Tier (*Gallus domesticus*) und beim Menschen wurde papierelektrophoretisch unter verschiedenen Bedingungen die Mobilität der Serumlipoproteide mit jener der Proteinfractionen verglichen (Lipoproteid-Mobilitätstest). Dabei zeigte sich, daß beim weiblichen Huhn im Verlauf der Geschlechtsreife (Einsetzen der Eiproduktion), aber auch während der Mauser bzw. in der Legepause auffällige Änderungen in der Wanderungsgeschwindigkeit vor allem der Serumlipoproteidfraktion A auftreten. Diese mit Verschiebungen in der Zusammensetzung der Serumeiweißkörper und der Serumlipide vergesellschafteten Mobilitätseffekte sind hormonell gesteuert. Durch Zufuhr oestrogenen Substanzen kann das Mobilitätsbild der nicht legenden Henne in der Mauser und das ihm gleichende des Hahnes sehr rasch in jenes des eiproduzierenden Tieres umgewandelt werden. Die Kontrolle der elektrophoretischen Serumlipoproteidmobilität ermöglicht beim Huhn eine Beurteilung der Ovarienaktivität.

Gesunde weibliche und männliche Versuchspersonen zwischen 20 und 35 Jahren zeigten keine Geschlechtsunterschiede in der Mobilität der Serumlipoproteidfraktion A. Eine deutlich erhöhte Wanderungsgeschwindigkeit der Fraktion A konnte aber in der Gravidität nachgewiesen werden. Sie tritt schon im Frühstadium der Schwangerschaft auf und verschwindet wieder post partum. Eine hinreichende Erklärung für das Zustandekommen dieses Phänomens ist noch nicht möglich. Der papierelektrophoretische Mobilitätstest gestattet in relativ einfacher Weise, Änderungen in der Wanderungsgeschwindigkeit der Serumlipoproteide zu erfassen und zusätzliche Einblicke in die Dynamik des Fettstoffwechsels bzw. Fettransportes zu gewinnen.

Literatur

1. SCHRÖCKSNADEL, H. und H. WACHTER: *Fund baln.-bioclim.* 3 (1965) 206.
2. WACHTER, H. und H. SCHRÖCKSNADEL: *Acta biol. med. germ.* 15 (1965) 138.
3. WACHTER, H. und H. SCHRÖCKSNADEL: *Ztschr. f. Biol.* 115 (1965) 156.
4. WACHTER, H. und H. SCHRÖCKSNADEL: *Naturwissensch.* 52 (1965) 396.
5. SCHRÖCKSNADEL, H. und H. WACHTER: „Lipoproteid-Mobilitätstest“. Vortrag im naturwiss. med. Verein Innsbruck am 25. 1. 1966.
6. SCHRÖCKSNADEL, H. und H. WACHTER: „Schwangerschaft und elektrophoretische Mobilität der Serumlipoproteide“. Vortrag in der Ärztesgesellschaft Innsbruck am 27. 1. 66.
7. GRASSMANN, W. und K. HANNIG: *Z. physiol. Chem.* 290 (1952) 1.
8. WACHTER, H.: *Ärztl. Lab.* 8 (1962) 281.
9. WACHTER, H.: *Wien. Klin. Wschr.* 74 (1962) 628.
10. SWAHN, B.: *Scand. J. clin. Lab. Invest.* 4 (1952) 98; 5. Suppl. 9 (1953) 1.
11. MOINAT, P., W. APPEL und E. F. TULLER: *Clin. Chem.* 4 (1958) 304.
12. BÖHLE, E., K. BÖTTCHER, H. G. PIEKARSKI und R. BIEGLER: *Dtsch. Arch. klin. Med.* 203 (1956) 29.
13. WEICHSELBAUM, T. E.: *Am. J. clin. Path.* 16 (1946) 40.
14. CARLSON, L. A.: *J. Atheroscler. Res.* 3 (1963) 334.
15. SEARCY, R. L., L. M. BERGQUIST und R. C. JUNG: *J. Lipid. Res.* 1 (1960) 349.
16. DOLE, V. P. und H. MEINERTZ: *J. biol. Chem.* 235 (1960) 2595.
17. BARTLETT, G. R.: *J. biol. Chem.* 234 (1959) 466.
18. CHAIKOFF, I. L., F. W. LORENZ und C. ENTENMAN: *Endocrinology* 28 (1941) 597.
19. MOORE, dan H.: *Endocrinology* 42 (1948) 38.
20. CLEGG, R. E., P. E. SANFORD, R. E. HEIN, A. C. ANDREWS, J. S. HUGHES, and C. D. MUELLER: *Science (New York)* 114 (1951) 437.
21. BRANDT, L. W., R. E. CLEGG, and A. C. ANDREWS: *J. biol. Chem.* 191 (1951) 105.
22. COMMON, R. H., W. P. MCKINLEY, and W. A. MAW: *Science* 118 (1953) 86.
23. HEIM, W. G. und A. M. SCHECHTMANN: *J. biol. Chem.* 209 (1954) 241.
24. SCHJEIDE, O. A. and M. R. URIST: *Nature (Lond.)* 188 (1960) 291.
25. GREENGARD, O., M. GORDON, M. A. SMITH, and G. ACS: *J. biol. Chem.* 239 (1964) 2079.
26. HEALD, P. J., H. G. BADMAN, J. WHARTON, C. M. WULWIK, and P. J. HOOPER: *Biochim. biophys. Acta (Amst.)* 84 (1964) 1.
27. OADES, J. M. und W. O. BROWN: *Comparat. Biochem. Physiol.* 14 (1965) 475.
28. LARON, Z. and A. KOWADLO-SILBERGELD: *Acta endocr.* 48 (1965) 125.
29. McCARTHY, C. and G. W. PENNINGTON: *Experientia* 22 (1966) 33.
30. ROGGE, D. und L. SEGAL: *Biol. Zbl.* 87 (1968) 343.
31. GOFMAN, J. W., H. B. JONES, F. T. LINDGREN, T. P. LYON, H. A. ELLIOT, and B. STRISOWER: *Circulation* 2 (1950) 161.
32. RUSS, E. M., H. A. EDER, and D. P. BARR: *Amer. J. Med.* 11 (1951) 468.
33. PEZOLD, F. A.: *Lipide und Lipoproteide im Blutplasma*, Springer-Verlag, Berlin, Göttingen, Heidelberg, 1961.
34. CRAMÉR, K.: *Acta med. scand.* 171 (1962) 413.
35. BRAUNSTEINER, H., S. SAILER, F. SANDHOFER, R. DI PAULI, F. GABL und A. JUNG: *Wien. Klin. Wschr.* 77 (1965) 859.
36. OLIVER, M. F. and G. S. BOYD: *Clin. Sci.* 12 (1953) 217.
37. ADLERCREUTZ, H. and G. TALLQVIST: *Scand. J. clin. Lab. Invest.* 11 (1959) 1.
38. BARCLAY, M., R. K. BARCLAY, V. P. SKIPSKI, O. TEREBUS-KEKISH, C. H. MUELLER, E. SHAH, and W. L. ELKINS: *Biochem. J.* 96 (1965) 205.
39. COOPER, D. W.: *Nature (Lond.)* 200 (1963) 892.
40. REJNEK, J., T. BEDNARIK, E. RERÁBKOVÁ, and A. DOLEZAL: *Clin. Chim. Acta* 8 (1963) 108.
41. WILKEN, H.: *Moderne Methoden in der Klinischen Chemie*, Verh. d. Ges. für experimentelle Medizin, Bd. 7 (1965) 290. (Steinkopff, Dresden).
42. BAYER, H.: *Habilschrift*. Berlin, Humboldt Univ. 1965.

43. STUDNITZ, W.: Scand. J. clin. Lab. Invest. 7 (1955) 324.
44. SMITH, E. K., R. R. DE ALVAREZ, and J. FORSANDER: Amer. J. Obstet. Gynec. 77 (1959) 326.
45. RUSS, E. M., H. A. EDER, D. P. BARR, and J. RAYMUNT: J. Clin. Invest. 33 (1954) 1662.
46. STUDNITZ, W.: Scand. J. clin. Lab. Invest. 7 (1955) 329.
47. GEINITZ, W. und W. SCHILD: Ärztl. Forsch. 9 (1955) 1/470.
48. OLIVER, M. F. and G. S. BOYD: Clin. Sci. 14 (1955) 15.
49. PFAU, P.: Zbl. Gynäk. 79 (1957) 1254.
50. KULIC-JAPUNDZIC, J.: Ann. Biol. clin. 19 (1961) 143.
51. CRAMÉR, K., M. AURELL, S. PEHRSON: Clin. Chim. Acta 10 (1964) 470.
52. AURELL, M. and K. CRAMÉR: Clin. Chim. Acta 13 (1966) 278.
53. PETERS, J. P., M. HEINEMANN, and E. B. MAN: J. Clin. Invest. 30 (1951) 388.
54. WATSON, W. C.: Clin. Sci. 16 (1957) 475.
55. ALVAREZ, de R. R., D. F. GAJSER, M. SIMKINS, E. K. SMITH, and G. E. BRATVOLD: Amer. J. Obstet. Gynec. 77 (1959) 743.
56. VIKROT, O.: Acta Med. Scand. 175 (1964) 443.
57. JAISLE, F.: Z. Geburtsh. Gynäk. 163 (1965) 158.
58. SVANBORG, A. and O. VIKROT: Acta Med. Scand. 178 (1965) 631.
59. SVANBORG, A. and O. VIKROT: Acta Med. Scand. 178 (1965) 615.
60. NIKKILÄ, E.: Scand. J. clin. Lab. Invest. 4 (1952) 369.
61. HERBST, F. S. and N. A. HURLEY: J. Clin. Invest. 33 (1954) 907.
62. COMFORT, A.: J. Physiol. (Lond.) 127 (1955) 225.
63. GORDON, R. S.: J. Clin. Invest. 34 (1955) 477.
64. AYRAULT-JARRIER, M., G. LÉVY et J. POLONOVSKI: Bull. Soc. Chim. biol. (Paris) 45 (1963) 703.
65. BERG, G. und G. H. WILLITAL: Klin. Wschr. 43 (1965) 1109.
66. BERG, G.: Ärztl. Lab. 11 (1965) 298.

Anschriften der Verfasser: Univ.-Prof. Dr. Hans Schröcksnadel, Institut für Medizinische Biologie der Universität Innsbruck, A-6020 Innsbruck, Schöpfstraße 41. Univ.-Doz. Dr. Helmut Wachter, Institut für Medizinische Chemie der Universität Innsbruck, A-6020 Innsbruck, Müllerstraße 44.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte des naturwissenschaftlichen-medizinischen Verein Innsbruck](#)

Jahr/Year: 1969

Band/Volume: [57](#)

Autor(en)/Author(s): Wachter Helmut, Schröcksnadel Hans

Artikel/Article: [Zur elektrophoretischen Mobilität der Serumlipoproteide und ihrer diagnostischen Verwertbarkeit. 111-122](#)