

Wirksamkeit von humanem Choriongonadotropin (HCG) und Gonadotropin Releasinghormon (GnRH) in der Terminierung der Ovulation bei Vollblutstuten

T. H. Michel, P. D. Rossdale und R. S. G. Cash

Beaufort Cottage Stables, Newmarket

Einführung

Die Wirksamkeit von HCG im Östrus der Stute wurde zuerst von *Mirskaja* und *Petropavlovskii* (1937) festgestellt. Diese Autoren fanden, daß nach der Injektion eines nicht gereinigten Extraktes aus dem Urin schwangerer Frauen (Prolan) am 1. Tag des Östrus die Ovulation 24 bis 48 Stunden später erfolgte. Andere Autoren haben diese Beobachtung bestätigt (*Nishikawa et al.*, 1959; *Loy und Hughes*, 1965; *Sullivan et al.*, 1973; *Voss et al.*, 1974) und die praktischen Vorteile einer HCG-Therapie bei zyklischen Stuten zur Reduzierung der Rossedauer und somit der Anzahl erforderlicher Bedeckungen herausgestellt.

Alle diese frühen Autoren gebrauchten ähnliche Behandlungsschemata und Parameter zur Messung der Behandlungserfolge: Feststellung des Rossebeginns durch Probieren und Applikation von HCG am ersten (*Mirskaja und Petropavlovskii*, 1937; *Nishikawa et al.*, 1959), zweiten (*Loy und Hughes*, 1965; *Sullivan et al.*, 1973; *Voss et al.*, 1974) oder dritten (*Voss et al.*, 1979) Tag des Östrus, Bedeckung (*Mirskaja und Petropavlovskii*, 1937; *Nishikawa et al.*, 1959; *Loy und Hughes*, 1965) oder künstliche Besamung (*Sullivan et al.*, 1973; *Voss et al.*, 1974) am Behandlungstag oder 24 Stunden später und Bestimmung von Follikelentwicklung und Ovulationszeitpunkt durch rektale Palpation einmal täglich (*Nishikawa et al.*, 1959; *Loy und Hughes*, 1965) oder zweimal (*Sullivan et al.*, 1973). Berichte über die alternative Behandlung der Stute mit GnRH sind neueren Datums und ergaben widersprüchliche Ergebnisse. Eine Einzelinjektion am 2. Tag einer spontanen (*Ginther und Wentworth*, 1974), einer mit Prostaglandin F_{2α} induzierten (*Oxender et al.*, 1977; *Squires et al.*, 1981) oder durch Progesterontherapie ausgelösten Rosse (*Pope et al.*, 1979) konnte Follikelentwicklung und Ovulationszeitpunkt nicht beeinflussen. *Irvine et al.* (1975) konnten diese Resultate bei Einzelinjektionen bestätigen, wiesen aber die Effizienz eines GnRH-Analogs nach (AY-24031; Ayerst Laboratories), wenn dieses täglich appliziert wurde. *Heinze und Klug* (1975) injizierten einmal synthetisches GnRH (Receptal,

Zusammenfassung

Durch rektale Palpation — nach der Bedeckung in zweitägigem Abstand ausgeführt — wurde bei allen Stuten die Ovulation klinisch diagnostiziert. Durch tägliche Bestimmung der Progesteronkonzentration im Plasma wurde der Ovulationszeitpunkt zusätzlich bestimmt und die klinische Diagnose gegebenenfalls bestätigt. 81,5% der Stuten, bei denen HCG appliziert wurde, wiesen einen Progesteronanstieg über 1 ng/ml Plasma innerhalb von 72 Stunden post injectionem auf, im Gegensatz zu je 65% der GnRH- bzw. Kontrollgruppe.

Der Vergleich von palpatorischen und endokrinologischen Ergebnissen brachte eine Übereinstimmung von 91%, wenn die rektale Befunderhebung eine kleine Grube oder eine weiche, knetbare Masse anstelle des vorher dokumentierten Follikels ergab. Die ausdrückliche Vermutung einer Ovulation, deren Diagnose auf der Präsenz einer festen, pflaumenähnlichen Struktur oder auf dem Verschwinden eines vorher identifizierten Follikels basierte, konnte nur zu 60% von den Laborbefunden bestätigt werden. Wurde bei der rektalen Untersuchung keine Ovulation festgestellt, so war diese Diagnose in 38% der Fälle definitiv falsch, da im Plasma dieser Stuten ein Progesteronanstieg über 1 ng/ml bereits stattgefunden hatte; weitere 19% der Stuten mit Progesteronanstiegen innerhalb von 24 Stunden nach rektaler Palpation hatten wahrscheinlich ebenfalls vorher ovuliert.

Die Gabe von HCG verbessert möglicherweise die Trächtigkeitsrate durch Synchronisation von Ovulation und Bedeckung, vor allem unter Praxisbedingungen, wo die rektale Untersuchung der Ovarien die einzige Möglichkeit zur Bestimmung eines möglichst günstigen Decktermins darstellt.

Efficacy of Human Chorionic Gonadotrophin and Gonadotrophin Releasing Hormone for Hastening Ovulation in Thoroughbred Mares

Originalfassung veröffentlicht in *Equine Veterinary Journal* 18 (1986), 438–442

Hoechst) in Stuten mit einem oder mehreren reifen Follikeln und erhoben eine Ovulationsrate von 97% 48 Stunden post injectionem. *Voss et al.* (1979) fanden keinen signifikanten Unterschied in HCG- und GnRH-Wirkungen, wenn eines dieser Hormone fünf Tage nach einer in zweiwöchigem Abstand erfolgten Prostaglandin-F_{2α}-Behandlung appliziert wurde.

Fertilitätsstudien nach HCG-Behandlung wurden von verschiedenen Autoren durchgeführt (*Mirskaja und Petropavlovskii*, 1937; *Loy und Hughes*, 1965; *Sullivan et al.*, 1973; *Voss et al.*, 1974), wobei sehr niedrige (*Sullivan et al.*, 1973) bis sehr hohe (*Mirskaja und Petropavlovskii*, 1937) Fruchtbarkeitsraten angegeben wurden.

In verschiedenen Arbeiten wurde ein signifikanter Anstieg des peripheren Plasmalogesterons von typisch niedrigen (< 1 ng/ml) Werten während der Rosse zu Werten größer als 1 ng/ml innerhalb von 24 (*Hughes et al.*, 1972; *Palmer und Jousset*, 1975 a) oder 48 Stunden (*Plotka et al.*, 1972; *Evans und Irvine*, 1975; *Ganjam et al.*, 1975; *Holtan et al.*, 1975; *van Niekerk et al.*, 1975) post ovulationem dargestellt. *Palmer und Jousset* (1975 a) legten dar, daß die Messung peripherer Progesteronkonzentrationen eine genauere Methode zur Bestimmung des Ovulationszeitpunktes als die rektale Palpation ist. Diese Autoren fanden, daß in 20% der Fälle ein Progesteronanstieg zur erwarteten Zeit nach dem Östrus nicht mit dem rektal erhobenen Befund übereinstimmte.

Verschiedene Präparationen von HCG sowie natürliches und synthetisches GnRH wurden bisher zur Beschleunigung der Follikelentwicklung und somit zur Reduzierung der Bedeckungsfrequenz bei Vollblutstuten eingesetzt.

Der Zweck der vorliegenden Studie war erstens der Vergleich zwischen der Wirksamkeit einer Einzelapplikation von HCG (Clorulon; Intervet Laboratories) und dem GnRH-Analog Buserelin (Receptal, Hoechst), injiziert in Vollblutstuten mit einem durch rektale Palpation festgestellten reifen Follikel. Der Behandlungszeitpunkt war unabhängig vom Tag der Rosse. Follikelentwicklung und Ovulation wurden durch dieselbe Person diagnostiziert. Kontrollstuten erhielten eine einzelne Injektion isotonischer Kochsalzlösung unter denselben Bedingungen wie HCG- und GnRH-behandelte Tiere. Zweitens sollte durch tägliche Bestimmung der peripheren Progesteronkonzentration im Plasma aller Stuten die Genauigkeit der durch rektale Palpation gestellten Diagnose „Ovulation“ ermittelt werden.

Material und Methoden

Für die Studie über die Wirksamkeit von HCG und GnRH wurden 43 Vollblutstuten während eines und 12 während zweier Zyklen herangezogen; somit wurden 67 spontane Rossen für dieses Experiment genutzt, das vom 16. Februar bis 1. Juli 1985 dauerte.

Zur Bestimmung der Genauigkeit der Aussage über den Ovulationszeitpunkt wurden 74 Ovulationen von 51 Stuten einbezogen. Alle Stuten wurden durch 1 von 6 Hengsten dreier Vollblutgestüte in Newmarket gedeckt.

Bestimmung der Rosse und Follikelentwicklung

Die Stuten wurden täglich probiert und nach Beginn typischer Rosseerscheinungen durch rektale Palpation der inneren Geschlechtsorgane und visuelle Inspektion von Scheide und äußerem Muttermund untersucht. Die Frequenz der Untersuchungen schwankte, je nach vorherigem Ergebnis, zwischen 1 und 3 Tagen. Die Follikelentwicklung wurde, wie von *Rossdale* und *Ricketts* (1980) beschrieben, dokumentiert, wobei jeweils kranialer und kaudaler Pol der Ovarien mit A und B (links) und C und D (rechts) bezeichnet wurden. Follikel wurden mit Größen-, Positions- und Konsistenzkriterien beurteilt und wurden als „reif“ eingestuft, wenn sie mindestens einen Durchmesser von 2,5 cm, eine dünne Wand und fluktuierende Konsistenz aufwiesen.

Behandlung und Bedeckung

Der Feststellung eines reifen Follikels folgte die intravenöse Applikation von entweder 3000 I.E. HCG in 10 ml Aqua dest. (Gruppe A) oder 40 µg synthetischem GnRH (Buserelin, Hoechst), ebenfalls als 10-ml-Lösung (Gruppe B) oder 10 ml isotonische Kochsalzlösung (Kontrollgruppe C). Die Art der Therapie war dem Untersucher nicht bekannt, und die Studie wurde auf der Grundlage blinder Kontrolle ausgeführt.

Alle Stuten wurden einmal am Tag der Behandlung gedeckt; 4 Stuten der Gruppe B und 6 der Gruppe C wurden

ein zweitesmal belegt, und zwar 48 (7 Stuten) bzw. 72 Stunden (3 Stuten) nach Behandlung und Erstbedeckung.

Ovulationsdiagnostik

Vom Tag der Behandlung an wurden heparinisierte Blutproben einmal täglich zwischen 8 h und 10 h von jedem Probanden so lange entnommen, bis ein signifikanter Anstieg (> 1 ng/ml) des peripheren Plasmalogesterons bestimmt wurde. Die Proben wurden 1 bis 3 Stunden nach Entnahme zentrifugiert, das Plasma dekantiert und bei 4 °C gelagert bis zur Bestimmung innerhalb von 1 bis 3 Tagen. Letzteres erfolgte durch ein kommerzielles Doppel-Antikörper-Radioimmunoassay (Gamma-B¹²⁵ J-Progesterone-R; RIA UK), bestehend aus ovinem Primärantikörper (Anti-Progesteron- α -hemi-Succinat), einem mit Jod markierten Progesteronderivat (Progesteron-11 α -gluceronyl-Tyramin) als Tracer und prä-präzipitiertes Esel-anti-Schaf-Serum als 2. Antikörper. Gesamtinkubationszeit — 90 Minuten, Assay-Sensitivität — 0,2 ng/ml, Intra- und Interassayvariationskoeffizient — 7,4 und 16,0% bei 3,1 ng/ml bzw. 4,9 und 9,2% bei 11 ng/ml.

Rektale Palpation wurde erstmals 48 Stunden nach Bedeckung vorgenommen, wobei die jeweilige Diagnose nach folgendem Schema festgehalten wurde:

Kategorie A: Bei diesen Stuten (n = 23) wurde die Ovulation definitiv diagnostiziert, und zwar durch Feststellung einer weichen, knetbaren Masse oder einer kleinen Grube, wo vorher der reife Follikel dokumentiert worden war.

Kategorie B: Hier wurde die Ovulation vermutet, weil an den Ovarien dieser Stuten (n = 35) eine feste, pflaumenähnliche Struktur oder aber kein reifer Follikel mehr zu ermitteln war.

Kategorie C: Diese Stuten (n = 16) zeigten Rosseerscheinungen, und der vorher palpierbare reife Follikel war immer noch präsent, so daß klinisch keine Ovulation diagnostiziert werden konnte.

Graviditätsdiagnose

Alle nicht umrossenden Stuten wurden etwa 20, 30 und 40 Tage nach Bedeckung durch Ultraschallscanning und rektale Palpation des Uterus auf Trächtigkeit untersucht, wobei ein positives Ergebnis am 40. Tag als endgültige Diagnose der Gravidität festgehalten wurde.

Ergebnisse

Die Intervalle zwischen der Injektion von HCG, GnRH oder Kochsalz und dem folgenden Anstieg der Progesterone

Gruppen	Anzahl der Rosseperioden	Anzahl der Bedeckungen	Konzeptionen (40. Tag)	%Konzeptionen pro	
				Rosse	Bedeckung
A (HCG)	27	27	20	74,1	74,1
B (GnRH)	20	24	10	50	41,7
C (Placebo)	20	26	8	40	30,8

Tab. 1: Anzahl der Rossen, Bedeckungen und Konzeptionen, auch dargestellt als Prozentsatz pro Rosse und pro Bedeckung, in den Gruppen A, B und C.

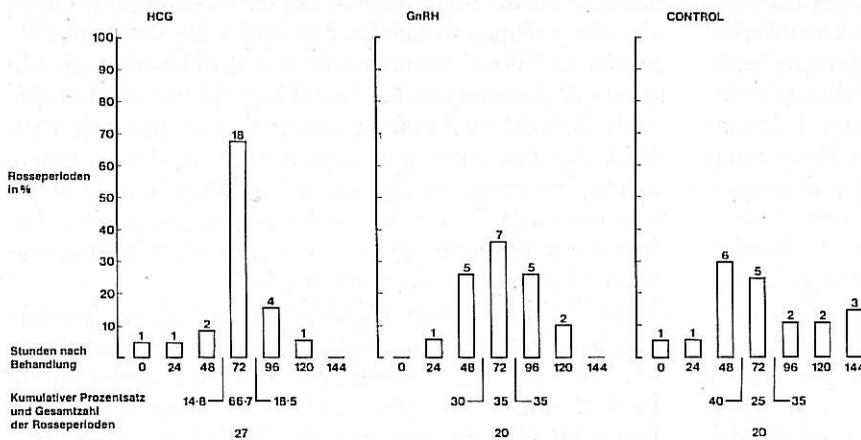


Abb. 1: Zeitpunkt des Anstiegs der Plasmalogesteronkonzentrationen über 1 ng/ml. Nach Infektion von HCG, GnRH oder Placebo, dargestellt in 24-Stunden-Intervallen (Zahl auf den Blöcken entspricht Zahl der Rosseperioden) und in kumulativen Prozentsätzen der Gesamtzahl untersuchter Rossen in den Zeitabschnitten von 0 bis 48, 72 und 96 bis 144 Stunden nach Behandlung.

ronkonzentrationen im Plasma über 1 ng/ml sind in Abb. 1 dargestellt. Innerhalb von 72 Stunden post injectionem war ein solcher Anstieg im Plasmalogesteronspiegel bei 81,5% der mit HCG behandelten, bei 65% der mit GnRH behandelten Stuten und bei ebenfalls 65% der Kontrolltiere festzustellen. Der Unterschied zwischen der HCG- und der Kontrollgruppe war signifikant ($P < 0,05$).

Konzeptionsraten

Die Anzahl der Trächtigkeiten in jeder der drei Behandlungsgruppen werden in Tab. 1 gezeigt. Die Anzahl der Bedeckungen pro erzielte Konzeption waren 1,0, 1,2 und 1,3 in der HCG-, GnRH- sowie der Kontrollgruppe.

Genauigkeit der Ovulationsdiagnose durch rektale Palpation

Der Vergleich zwischen der durch rektale Palpation diagnostizierten Ovulation und der Zeit des Anstiegs der Progesteronkonzentration über 1 ng/ml ist in Abb. 2 dargestellt. Bei Stuten der Kategorie A, bei denen die Ovulation palpatorisch sicher ermittelt werden konnte, erfolgte der Progesteronanstieg innerhalb von 24 Stunden nach rektaler Untersuchung in 74% der Fälle und bei weiteren 18% innerhalb von 48 Stunden. Bei Kategorie-B-Stuten stieg der Progesteronplasmaspiegel über 1 ng/ml innerhalb von 24 Stunden nach rektaler Kontrolle bei 43% der Probanden und während der folgenden 24 Stunden bei weiteren

17%. In 39% der Fälle lagen die Progesteronkonzentrationen bereits vor oder zum Zeitpunkt der klinisch gestellten Diagnose über 1 ng/ml, was belegt, daß bei Stuten innerhalb von 48 Stunden vor dem Untersuchungszeitpunkt eine Ovulation stattgefunden haben muß. Diese Ergebnisse zeigen eine negative Korrelation zwischen der Zuverlässigkeit der klinisch gestellten Diagnose und dem Intervall zwischen Untersuchungs- und tatsächlichem Ovulationszeitpunkt auf.

Von allen Kategorie-C-Stuten hatten 38% einen Anstieg der Plasmalogesterons bereits vor oder zum Zeitpunkt der Untersuchung und weitere 19% innerhalb von 24 Stunden danach aufzuweisen, was beweist, daß ein deutlicher Anteil (57%) der Diagnosen in Kategorie C, also Stuten, bei denen klinisch keine Ovulation festgestellt werden konnte, definitiv inkorrekt war.

Diskussion

Die Kontrolle der Ovarfunktion zyklischer Stuten hat einen wertvollen Beitrag zur Effizienz modernen Managements in der Vollblutzucht geleistet. Mehr Stuten konnten einem Hengst pro Zuchtsaison zugeführt werden, da die Anzahl der Bedeckungen pro Konzeption deutlich verringert werden konnte. Die Kontrolle des Ovulationszeitpunktes spielt dabei eine entscheidende Rolle. In der vorlie-

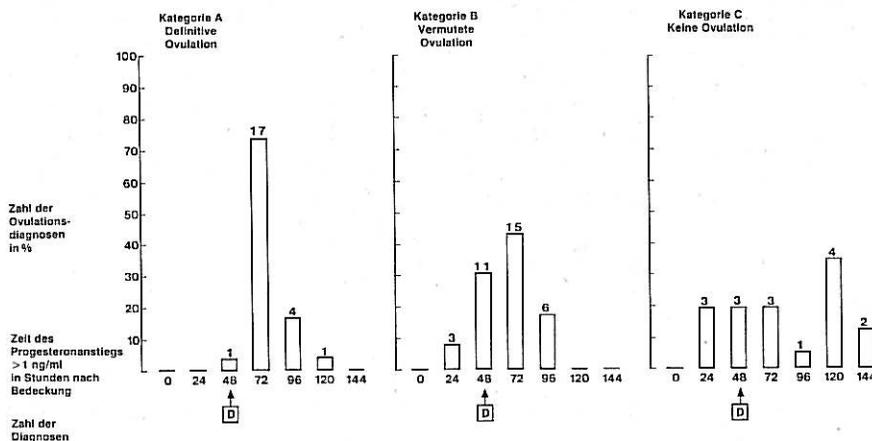


Abb. 2: Zeitpunkt der rektalen Palpation zur Diagnose der Ovulation, verglichen mit der Zeit bei Anstieg der Progesteronkonzentration > 1 kg/ml. Die Zahl auf den Blöcken bezeichnet die Anzahl der Stuten.

genden Studie untersuchten die Autoren die Brauchbarkeit von HCG und GnRH in dieser Fragestellung. Es wurde besonderer Wert auf die Auswahl einer repräsentativen Population von Stuten gelegt, jedoch war es unter Praxisbedingungen nicht möglich, die Stuten öfter als jeden 2. Tag zu untersuchen, so daß die Genauigkeit bei der Feststellung des Ovulationszeitpunktes durch tägliche Bestimmungen der peripheren Plasmaprogesteronkonzentration verbessert wurde. Die vom Fruchtbarkeitszustand der Probanden ausgehenden Einflüsse wurden durch möglichst gleichmäßige Verteilung von güsten, Maiden- und Fohlenstuten auf die 3 Behandlungsgruppen gering gehalten. Ebenso wurde saisonalen Einflüssen Rechnung getragen, jedoch konnte letztendlich ein frequenter Einsatz von HCG im März und April einerseits und von GnRH und Placebo im Mai und Juni andererseits nicht verhindert werden. In jedem Fall aber erfolgte die Wahl der Behandlung unabhängig von dem jeweils die rektale Untersuchung Durchführenden.

Wirksamkeit von HCG und GnRH

Die Ergebnisse zeigen einen Unterschied im Ovulationszeitpunkt von Stuten nach einmaliger Applikation von HCG im Vergleich zu GnRH oder Placebo, wenn die Feststellung eines reifen Follikels die Voraussetzung für eine Behandlung war.

Palmer und Jousset (1975 b) benutzten ebenfalls rektale Palpation und Plasmaprogesteronkonzentrationen zur Ovulationsdiagnose, als sie den synchronisierenden Effekt von HCG, 6 Tage nach einer im Abstand von 2 Wochen erfolgenden Prostaglandinbehandlung appliziert, untersuchten. Dabei wurde HCG, von einer Ausnahme abgesehen, am 4. und 5. Tag der Rosse appliziert, im Gegensatz zur vorliegenden Arbeit, in der der Zeitpunkt der HCG-Gabe, da abhängig von hohem Reifegrad des Follikels, vom 2. bis 11. Tag der Rosse variierte.

Palmer und Jousset (1975 b) ermittelten die größte Anzahl an Progesteronanstiegen 96 Stunden nach HCG-Applikation und nur 27,3 % innerhalb von 72 Stunden, im Gegensatz zu 81,5 % im selben Zeitraum in unserer Untersuchung.

Diese Unterschiede beruhen vermutlich auf der Beurteilung des folliculären Reifegrades und illustrieren die Notwendigkeit einer deutlichen Beschreibung des ovariellen Status, wenn Resultate, basierend auf Rossedauer und anderen Parametern im Östrus, verglichen werden. Daß in der vorliegenden Studie ein höherer Reifegrad der Follikel zur besseren Wirksamkeit von HCG beigetragen haben mag, wird durch andere Arbeiten widerlegt, wo ähnliche Resultate durch eine HCG-Applikation am 1. oder 2. Tag der Rosse erzielt wurden (*Mirskaja und Petropavlovskii, 1937; Nishikawa et al., 1959; Loy und Hughes, 1965; Sullivan et al., 1973; Voss et al., 1974*).

Unsere Resultate deuten an, daß, wenn ein Progesteronanstieg über 1 ng/ml 24 bis 48 Stunden post ovulationem vorausgesetzt wird, 24 bis 48 Stunden nach HCG-Applikation die Ovulation erfolgt. Ein interessanter Aspekt ist der relativ hohe Prozentsatz an Progesteronanstiegen innerhalb von 48 Stunden nach Behandlung mit GnRH (30 %) oder

Placebo (40 %) im Vergleich zur HCG-Gruppe (14,8 %), der die Vermutung zuläßt, daß HCG die Ovulation bestimmter Follikel hinauszögert. Wie dem auch sei, die klinische Bedeutung unserer Daten liegt darin, daß der optimale Bedeckungszeitpunkt auf 24 bis 48 Stunden nach HCG-Applikationen festzusetzen wäre. In der vorliegenden Studie stimmten dagegen Behandlungs- und Decktermin überein, wobei in der HCG-Gruppe eine deutlich höhere Konzeptionsrate (74 %) als in der GnRH- (50 %) oder Kontrollgruppe (40 %) erzielt wurde.

Negative Effekte einer HCG-Behandlung in aufeinanderfolgenden Zyklen, wie von *Sullivan et al. (1973)* beobachtet, konnten nicht festgestellt werden, was wiederum die Beobachtung von *Roser et al. (1979)* unterstützt, daß trotz hohen HCG-Antikörpertiters die Ovulation bei der Stute regelmäßig erfolgt.

Zwischen den Ergebnissen der GnRH- und Placebo-Behandlung war kein signifikanter Unterschied festzustellen, was frühere Berichte bestätigt (*Ginther und Wentworth, 1974; Irvine et al., 1975; Oxender et al., 1977; Pope et al., 1979; Squires et al., 1981*), der Beobachtung von *Heinze und Klug (1975)*, daß eine GnRH-Applikation, einen reifen Follikel vorausgesetzt, in den meisten Fällen innerhalb von 48 Stunden zur Ovulation führt, jedoch deutlich widerspricht.

Zuverlässigkeit der rektalen Palpation

In früheren Studien wurde die rektale Untersuchung der Ovarien wenigstens einmal (*Nishikawa et al., 1959; Loy und Hughes, 1965*) oder zweimal täglich (*Sullivan et al., 1973; Heinze und Klug, 1975*) durchgeführt, was zu einer größeren Zuverlässigkeit der rektalen Palpation bei der Bestimmung des Ovulationszeitpunktes im Vergleich zur vorliegenden Arbeit beigetragen haben mag. In jedem Fall gibt der durch rektale Untersuchung erhobene Befund einen subjektiven Eindruck wieder, unabhängig von der praktischen Erfahrung des Untersuchers. *Palmer und Jousset (1975 b)* wiesen darauf hin, daß Progesteronprofile in genauerem Maße ovarielle Funktionen widerspiegeln.

In unserer Untersuchung konnten zeitgerechte Progesteronanstiege die klinische Diagnose „definitive Ovulation“ (Kategorie A) in 91 % der Fälle bestätigen, wohingegen Diagnosen der Kategorie B („Nachfüllung“ oder „fehlender Nachweis des vorher dokumentierten Follikels“) nur zu 60 % mit entsprechenden Progesteronanstiegen einhergingen. In Kategorie C ergab sich ein großer Anteil an offensichtlichen Fehldiagnosen, denn 57 % der Progesteronanstiege erfolgten entweder vor oder innerhalb von 24 Stunden nach der klinischen Untersuchung, bei der durch rektale Palpation noch keine Ovulation des reifen Follikels festgestellt werden konnte. Diese Beobachtung zeigt, daß auch durch rektale Kontrolle der Ovarfunktion Fehler im Gestütsmanagement, insbesondere unnötige Zweit- oder Drittbedeckungen von Stuten, nicht ausbleiben.

Konzeptionsraten

Die augenscheinliche Verbesserung der Konzeptionsrate durch HCG-Applikation mag aufgrund des Effekts der Synchronisation von Ovulations- und Bedeckungszeit-

punkt zustande gekommen sein. Es muß jedoch die Möglichkeit beachtet werden, daß eine niedrigere Konzeptionsrate nach GnRH oder Placebo in ungenauer klinischer Diagnose begründet sein könnte, so daß die Chance einer Zweitbedeckung nicht genutzt wurde.

Aus den vorliegenden Ergebnissen kann jedoch geschlossen werden, daß eine HCG-Applikation im Gegensatz zur einmaligen Gabe von GnRH zu einer Verbesserung der Konzeptionsrate führen kann, insbesondere bei Bedeckung durch einen Hengst mit relativ schlechter Samenqualität.

Literatur

- Evans, M. A., und Irvine, C. H. G. (1975): Serum Concentrations of FSH, LH and Progesterone During the Oestrous Cycle and Early Pregnancy in the Mare. *J. Reprod. Fert. Suppl.* 23, 193-200.
- Ganjam, V. K., Kenny, R. M., und Flickinger, G. (1975): Plasma Progesterone in Cyclic, Pregnant and Post-Partum Mares. *J. Reprod. Fert. Suppl.* 23, 441-447.
- Ginther, O. J., und Wentworth, B. C. (1974): Effect of a Synthetic Gonadotrophin-Releasing Hormone on Plasma Concentrations of Luteinizing Hormone in Ponies. *Am. J. vet. Res.* 35, 79-81.
- Heinze, H., und Klug, E. (1975): The use of GnRH in Controlling the Oestrous Cycle of the Mare (Preliminary Report). *J. Reprod. Fert. Suppl.* 23, 275-277.
- Holtan, D. W., Nett, T. M., und Estergreen, V. L. (1975): Plasma Progesterone in Pregnant, Post-Partum and Cycling Mares. *J. anim. Sci.* 40, 251-260.
- Hughes, J. P., Stabenfeldt, G. H., und Evans, J. W. (1972): Clinical and Endocrine Aspects of the Estrous Cycle of the Mare. *Proc. 18th Ann. Conv. Am. Ass. equine Pract.* 119-151.
- Irvine, D. S., Downey, B. R., Parker, W. G., und Sullivan, J. J. (1975): Duration of Oestrus and Time of Ovulation in Mares Treated with Synthetic GnRH (AY-24, 031). *J. Reprod. Fert. Suppl.* 23, 275-277.
- Loy, R. G., und Hughes, J. P. (1965): The Effects of Human Chorionic Gonadotrophin on Ovulation, Length of Estrus and Fertility in the Mare. *Cornell Vet.* 56, 41-50.
- Mirskaja, L. M., und Petropavlovskii, V. V. (1937): The Reduction of Normal Duration of Heat in the Mare by the Administration of Prolan. *Probl. Zivotn.* 4, 22-39.
- Nishikawa, Y., Kuwoda, N., und Yamasaki, Y. (1959): Artificial Induction of Ovulation. Studies on Reproduction in Horses. *Japan Racing Association*, Tokyo. pp. 181-186.
- Oxender, W. D., Noden, P. A., und Pratt, M. C. (1977): Serum Luteinizing Hormone, Estrus and Ovulation in Mares Following Treatment with Prostaglandin F₂ Alpha and Gonadotrophin-Releasing Hormone. *Am. J. vet. Res.* 38, 649-653.
- Palmer, E., und Jousset, B. (1975 a): Urinary Oestrogen and Plasma Progesterone Levels in Non-Pregnant Mares. *J. Reprod. Fert. Suppl.* 23, 213-221.
- Palmer, E., und Jousset, B. (1975 b): Synchronization of Oestrus in Mares with a Prostaglandin Analogue and HCG. *J. Reprod. Fert. Suppl.* 23, 269-274.
- Plotka, E. D., Witherspoon, D. M., und Foley, C. W. (1972): Luteal Function in the Mare as Reflected by Progesterone Concentrations in Peripheral Blood Plasma. *Am. J. vet. Res.* 33, 917-920.
- Pope, A. M., Campbell, D. L., und Davidson, J. P. (1979): Endometrial Histology of Post-Partum Mares Treated with Progesterone and Synthetic GnRH (AY-24, 031). *J. Reprod. Fert. Suppl.* 27, 587-591.
- Roser, J. F., Kiefer, B. L., Evans, J. W., Neely, D. P., und Pacheco, C. A. (1979): The Development of Antibodies to Human Chorionic Gonadotrophin Following its Repeated Injection in the Cyclic Mare. *J. Reprod. Fert. Suppl.* 27, 173-179.
- Rosdale, P. D., und Ricketts, S. W. (1980): *Equine Stud Farm Medicine*, 2nd edn. Bailliere Tindall, London. p. 48.
- Squires, E. L., Wallace, R. A., Voss, J. L., Pickett, B. W., und Shideler, R. K. (1981): The Effectiveness of PGF_{2α}, HCG and GnRH for Appointment Breeding of Mares. *Equine vet. Sci.* 1 (1), 5-8.
- Sullivan, J. J., Parker, W. G., und Larson, L. L. (1973): Duration of Estrus and Ovulation time in Non-Lactating Mares Given Human Chorionic Gonadotrophin During Three Successive Estrous periods. *J. Am. vet. med. Ass.* 162, 895-898.
- Van Niekerk, C. H., Morgenthal, J. C., und Gerneke, W. H. (1975): Relationship Between the Morphology of, and Progesterone Production by the Corpus Luteum of the Mare. *J. Reprod. Fert. Suppl.* 23, 171-175.
- Voss, J. L., Pickett, B. W., Burwash, L. D., und Daniels, W. H. (1974): Effect of Human Chorionic Gonadotrophin on Duration of Estrous Cycle and Fertility of Normally Cycling, Nonlactating Mares. *J. Am. vet. med. Ass.* 165, 704-706.
- Voss, J. L., Wallace, R. A., Squires, E. L., Pickett, B. W., und Shideler, R. K. (1979): Effects of synchronization and Frequency of Insemination on Fertility. *J. Reprod. Fert. Suppl.* 27, 257-261.

T. H. Michel dankt seinen Eltern für die Finanzierung seines Aufenthaltes in Newmarket. Die Autoren danken Dr. Twink Allen für seine hilfreichen Ratschläge bei der Erstellung des Manuskripts.

T. H. Michel
Wilferoder Straße 2
3000 Hannover 72

Übersetzt und veröffentlicht mit freundlicher Genehmigung der British Equine Veterinary Association