

6 Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurde eine nichtinvasive, dopplersonographische Methode entwickelt, mittels derer zyklusabhängige Schwankungen des Blutflusses in der Arteria uterina der Stute erfaßt wurden. Unter dem Gesichtspunkt endometrialer Alterationen wurden die Ergebnisse miteinander verglichen.

Bei neun von zehn nichtgraviden, östrischen Stuten war der Blutfluß der Arteria uterina beidseits im Bereich der Kreuzungsstelle mit der A. circumflexa iliumprofunda bei transrektalem Zugang farbdopplersonographisch auffindbar. Eine Stute (Nr.6) zeigte einen detektierbaren Blutfluß ausschließlich in der linken A. uterina. Die Ableitung geeigneter Dopplerkurven ließ sich problemlos vornehmen. Aus dem erhaltenen Material wurden zwei aufeinanderfolgende, repräsentative Blutflußkurven ausgewählt und der Resistance Index (RI), die beiden Pulsatilitätsindices (PI und PI2) sowie die mittlere maximale Geschwindigkeit V mean errechnet. Die optische Wellenformanalyse erlaubte die Zuordnung der Dopplerkurven zu unterschiedlichen Kurventypen, deren Profil den Gefäßwiderstand widerspiegelt. Die erhaltene Aussage stimmte mit den Ergebnissen der semiquantitativen Beschreibung anhand der Berechnungsindices überein. Statistisch signifikante Unterschiede zwischen dem Blutfluß der linken und rechten Seite wurden nicht ermittelt ($p > 0,05$). Im Zyklusverlauf trat bei den zehn Stuten folgendes Blutflußmuster auf: Der maximale Widerstand war am Tag nach der Ovulation (d1) meßbar, es folgte auf relativ niedrigem Niveau eine angedeutete Plateauphase im Zeitraum der Progesterondominanz. Drei Tage vor der Ovulation (d-3), zu Zeiten eines bereits hohen Östradiolspiegels im Plasma, erreichte der Widerstand seinen niedrigsten Wert. Eine direkte Korrelation zwischen dem Blutflußwiderstand bzw. der Geschwindigkeit und den Steroidkonzentrationen konnte nicht nachgewiesen werden.

Nach Einteilung der Stuten aufgrund ihrer Endometriumbiopsiebefunde ergaben sich für die Stuten der Kategorien I und IIA (Gruppe A) im Zyklusverlauf meßbar niedrigere Gefäßwiderstände als für die Stuten der Kategorien IIB und III (Gruppe B). Für den Parameter RI war diese Differenz statistisch signifikant ($p \leq 0,05$), für den PI und PI2 traf dies nur an den

Tagen 5, 6, 10, 12, 13 und 14 post ovulationem zu. Die Betrachtung der V mean ergab keine nennenswerten Unterschiede zwischen den Gruppen.

Als ein weiteres Kriterium für eine Gruppeneinteilung der Stuten wurde das Auftreten endometrialer Angiopathien gewählt. Gruppe A2 enthielt Stuten ohne nachgewiesene, degenerative Gefäßveränderungen im Endometrium, in Gruppe B2 wurden Stuten mit Angiosen eingeteilt. Statistisch wurden für alle drei Widerstandsindices signifikante ($p \leq 0,05$) Gruppenunterschiede im Zyklusverlauf nachgewiesen, Gruppe B2 zeigte gesamthaft höhere Gefäßwiderstände. Wiederum beschrieb der RI die Niveauunterschiede am deutlichsten. Einzelsignifikanzen ergaben sich an den Tagen -2, -1, 0, 3, 4, 5, 6, 11, 13, 14 und 15 für den RI und für die Pulsatilitätsindices an den Zyklustagen -1, 0, 4, 5 und 6 bzw. zusätzlich an Tag 10 für den PI2. Da die Widerstandsindices den Organwiderstand distal des Meßpunktes repräsentieren, läßt sich eine Abhängigkeit des vaskulären Widerstandes der Gebärmutter vom Auftreten endometrialer Angiopathien postulieren, wenngleich eine Aussage zur weiteren Verteilung des Blutvolumens innerhalb des Organs nicht getroffen werden darf. Es ist im Rahmen dieser Arbeit nicht zu klären, ob die degenerativen Gefäßveränderungen im Uterus allein die Erhöhung des Widerstandes in der zuführenden Arterie verursachen oder ob vielmehr eine inadequate Blutversorgung durch eine alters- und graviditätsbedingt sklerosierte Arteria uterina zur Entstehung endometrialer Alterationen beiträgt.

An dem exemplarischen Fall einer Stute konnte der Abfall des Blutflußwiderstandes beider Arteriae uterinae, insbesondere auf der Seite des graviden Horns, während der Trächtigkeit dargestellt werden. Nach Induktion eines Abortes stieg der Widerstand beider Arterien deutlich an, ein normales, zyklisches Muster stellte sich jedoch im Zeitraum der Untersuchungen nicht wieder ein.

Insgesamt erwies sich die Dopplersonographie als gut einsetzbare Methode zur nichtinvasiven Erfassung physiologischer und pathologischer Blutflußveränderungen.

7 Summary

Uta Blaich (1999): Dopplerultrasonographic studies of uterine hemodynamics in the horse with regard to cyclic and degenerative endometrial influences.

In the present study a noninvasive dopplersonographic method for the examination of the uterine blood flow in the mare was developed. The aim of the study was to investigate cyclic changes in perfusion and, furthermore, to compare the results of mares with various degrees of endometrosis and endometrial angiopathies.

Uterine blood flow of both uterine arteries was measured in ten nongravid mares during one estrous cycle using Doppler imaging. Flow velocity waveforms were successfully obtained transrectally, localising the arteria uterina near to the crossing point with the arteria circumflexa iliumprofunda. In one single mare (No 6), blood flow could only be detected on the left side. Two consecutive waveforms were selected to calculate the resistance index (RI), the pulsatility indices (PI and PI2) and the mean maximum velocity (v_{mean}). The results corresponded with the optical waveform analysis. There was no significant ($p > 0,05$) difference in the impedance to uterine blood flow between the left and right artery. All mares showed a typical cyclic pattern. Uterine impedance was highest on day 1 after ovulation, followed by a decrease to a medium level during the luteal phase. The lowest value was reached three days before the next ovulation. A relation between the concentration of plasmasteroids and uterine blood flow was not obviously.

The mares were assigned to two groups based on the current classification of their endometrial biopsy. Group A consisted of mares classified in Category I and IIA showed lower median vascular impedance in comparison with the mares assigned to Category IIB and III (group B). Statistical significant ($p \leq 0,05$) differences could be shown for the resistance index and furthermore for the pulsatility indices on day 5, 6, 10, 12, 13 and 14 post ovulation. No differences occurred considering the mean maximum velocity pattern of the two groups.

Comparing the waveforms of mares with degenerative alterations of the endometrial blood vessels (group B2) to those without these changes (group A2), significant ($p \leq 0,05$) higher values in uterine impedance for all indices could be measured in the mares with angiopathies. Especially the single days -2, -1, 0, 3, 4, 5, 6, 11, 13, 14 and 15 for the resistance index as well as the days -1, 0, 4, 5 and 6 for the pulsatility indices additional day 10 for the PI2 showed significant ($p \leq 0,05$) differences.

The indices are proportional to the resistance of the vessels distal to the point of sampling and therefore give information about the uterine perfusion. A relation between the presence of endometrial angiopathies and a high vascular impedance of the small uterine vessels could be concluded. It is not sure whether degenerative changes of the small uterine vessels can cause the increase of the impedance in the arteria uterina or, otherwise, a high resistance of the vessel wall of the arteria uterina leads to poor uterine perfusion and therefore may be a cause for the development of degenerative changes.

The decrease of the uterine impedance of one gravid mare was demonstrated exemplarily. Pregnancy failure was induced by endoscope and a few days later a irregular increase in vascular resistance occurred. No cyclic pattern could be obtained during the time of investigation.

This study demonstrates that transrectally performed Dopplerultrasonography is a noninvasive and reliable method for the detection of physiological and pathological changes in uterine blood flow impedance.