

Aus dem Institut für Veterinär-Physiologie
des Fachbereichs Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin

Aquatraining –
Auswirkungen auf ausgewählte Blutparameter und die
Herzfrequenzvariabilität beim Pferd

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Veterinärmedizin
an der
Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Barbara Voß
Tierärztin aus Itzehoe

Berlin 2001
Journal Nr. 2586

Gedruckt mit der Genehmigung
des Fachbereichs Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin

Dekan: Univ.-Prof. Dr. M.F.G. Schmidt

Erster Gutachter: Univ.-Prof. Dr. H. Krzywanek

Zweiter Gutachter: Univ.-Prof. Dr. E. Mohr

Tag der Promotion: 24.5.2002

meiner Familie

INHALTSVERZEICHNIS

1. Einleitung	1
2. Literatur	2
2.1. Blutparameter	2
2.1.1. Laktat	2
2.1.2. pH-Wert	7
2.1.3. Hämoglobin, Hämatokrit, Erythrozytenzahl	10
2.1.4. Gesamteiweiß	13
2.1.5. Serumenzyme	15
2.2. HRV Parameter	20
2.2.1. Zeitbereichsparameter	20
2.2.2. Frequenzbereichsparameter	26
2.2.3. Recurrence plot Parameter	30
3. Material und Methode	34
3.1. Tiergruppe	34
3.2. Versuchsablauf	35
3.3. Diagnostik	38
3.4. Statistik	41
4. Ergebnisse	44
4.1. Blutparameter	44
4.1.1. Laktat	44
4.1.2. pH-Wert	45
4.1.3. Hämoglobin, Hämatokrit, Erythrozytenzahl	45
4.1.4. Gesamteiweiß	47
4.1.5. Serumenzyme	47
4.2. Zeitbereichsparameter der HRV	49
4.2.1. Herzfrequenz	49
4.2.2. IBI	50
4.2.3. SDNN	51
4.2.4. SDANN	52
4.2.5. RMSSD	53
4.2.6. HRV tr Index	54
4.3. Frequenzbereichsparameter der HRV	56
4.3.1. Integral TP	56
4.3.2. LF_{NORM} und HF_{NORM}	57
4.3.3. LF/HF ratio	58
4.4. Recurrence plot Parameter der HRV	60

4.4.1. %recurrence	60
4.4.2. %determinism	61
4.4.3. ratio _{KORR}	62
4.4.4. entropy _{KORR}	62
4.5. Abklingverhalten der Blutparameter	64
4.5.1. Laktat	64
4.5.2. pH-Wert	64
4.5.3. Hämoglobin, Hämatokrit, Erythrozytenzahl	65
4.5.4. Gesamteiweiß	68
4.5.5. Serumenzyme	69
5. Diskussion	71
5.1. Blutparameter	71
5.1.1. Laktat	71
5.1.2. pH-Wert	73
5.1.3. Hämoglobin, Hämatokrit, Erythrozytenzahl	74
5.1.4. Gesamteiweiß	76
5.1.5. Serumenzyme	77
5.2. Zeitbereichsparameter der HRV	79
5.2.1. Herzfrequenz	79
5.2.2. IBI	81
5.2.3. SDNN	81
5.2.4. SDANN	82
5.2.5. RMSSD	83
5.2.6. HRV tr Index	84
5.3. Frequenzbereichsparameter der HRV	86
5.3.1. Integral TP	86
5.3.2. LF _{NORM} , HF _{NORM} , LF/HF ratio,	88
5.4. Recurrence plot Parameter der HRV	92
5.4.1. %recurrence und %determinism	92
5.4.2. ratio _{KORR}	93
5.4.3. entropy _{KORR}	93
6. Zusammenfassung	95
7. Summary	97
8. Literaturverzeichnis	99
9. Danksagung	113

9. DANKSAGUNG

Herrn Prof. Dr. H. Krzywanek und **Herrn Prof. Dr. E. Mohr** danke ich für die Überlassung dieses so interessanten Themas und ausdrücklich für die jederzeit gewährte wertvolle Unterstützung bei der Bewältigung von Problemen, sowie die überaus freundliche persönliche Betreuung bei der Durchführung der Versuche und Abfassung der Arbeit.

Mein besonderer Dank gilt auch **Herrn Dr. M. Baumann**, der die Durchführung der Versuche in seinem Trainings- und Rehabilitationzentrum für Sportpferde in Reichertsheim ermöglichte und damit den Grundstein für diese Doktorarbeit legte. Ihm und seinem gesamten Team danke ich für die großzügige Unterstützung während der Versuche und für die schöne Zeit auf dem Fohlenhof Steinberg in Reichertsheim.

Für die großzügige Zurverfügungstellung der untersuchten Pferde danke ich Herrn Dr. M. Baumann sowie den übrigen Besitzern.

Frau D. Plaumann danke ich für die Beratung bei der Erstellung des Manuskriptes.

Allen **Mitarbeitern des Instituts für Veterinär-Physiologie** danke ich ganz herzlich für die freundliche Aufnahme und die vielseitigen Hilfeleistungen während der gesamten Zeit.

Mein großer Dank gilt **meiner Familie** und **meinem Freund Christian** deren menschlicher Rückhalt und finanzielle Unterstützung diese Doktorarbeit erst ermöglichten.

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

ALT:	Alanin-Amino-Transferase
AST:	Aspartat-Aminotransferase
BP:	Blutprobe
bpm:	beats per minute (Herzschläge pro Minute= Herzfrequenz)
CK:	Creatin-Kinase
%det:	%determinism
ent_{KORR}:	entropy _{KORR}
GE:	Gesamteiweiß
HR:	Herzfrequenz (heart rate)
HF:	high-frequency power
HF_{NORM}:	normierte Einheit der high-frequency power
Hb:	Hämoglobin
Hkt:	Hämatokrit
HRV:	heart rate variability/Herzfrequenzvariabilität
HRV tr Index:	HRV triangular Index
IBI:	inter-beat-interval
kmt:	Zeit für 1000m in Minuten:Sekunden (Kilometerzeit)
Lac:	Laktat
LDH:	Laktat-Dehydrogenase
LF:	low-frequency power
LF_{NORM}:	normierte Einheit der low-frequency power
LF/HFratio:	LF _{NORM} /HF _{NORM}
MAD:	Mediandeviation
Pf:	Pferd
pH:	pH-Wert
ratio_{KORR}:	%determinism/%recurrence
RBC:	red blood cell count (Erythrozytenzahl)
%rec:	%recurrence
RMSSD:	root mean square of sucessive differences
RR:	Ruhewert
ST:	Schritt auf trockenem Laufband
SK:	Schritt bei Wasserhöhe Karpalgelenk
SE:	Schritt bei Wasserhöhe Ellenbogen
SDNN:	standard deviation of all NN intervals
SDANN:	standard deviation of the averages of NN intervals in all 5-minute segments
TT:	Trab auf trockenem Laufband
TK:	Trab bei Wasserhöhe Karpalgelenk
TE:	Trab bei Wasserhöhe Ellenbogen
TP:	total power
VLF:	very-low-frequency power

LEBENS LAUF

Name:	Barbara Voß
Geburtsdatum:	21.01.1973
Geburtsort:	Itzehoe
Familienstand:	ledig
Eltern:	Ursula Voß, geb. Witt Knud Voß
1979 – 1983	Grundschule Schenefeld
1983 – 1992	Kreisgymnasium Itzehoe
5/1992	Abitur
1992	Auslandsaufenthalt in Norwegen
10/1992 – 5/1998	Studium der Veterinärmedizin an der Freien Universität Berlin
6/1998	Approbation als Tierärztin
7/1998 – 12/2001	Arbeit an der Dissertation am Institut für Veterinär- Physiologie der Freien Universität Berlin
10/1998 – 3/1999	Durchführung der Untersuchungen für die Disseration und Mitarbeit im Trainings- und Rehabilitationszentrum für Sportpferde, Dr. M. Baumann, Fachtierarzt für Pferde, Reichertsheim
5/1999 - 8/1999 sowie 4/2000 – 8/2000	Assistentin in der Klinik für Pferde, Dr. H. Hell und Dr. J. Fischer, Fachtierärzte für Pferde, Kurzenmoor
seit 4/2001	Assistentin in der Gemeinschaftspraxis Dr. J. Ernst und Dr. J. Kaling, Hanstedt/Nordheide

Selbstständigkeitserklärung

Hiermit versichere ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfaßt und keine unerlaubten Hilfsmittel verwendet zu haben.

Barbara Voß