

Zeitschrift: Schweizer Archiv für Tierheilkunde SAT : die Fachzeitschrift für Tierärztinnen und Tierärzte = Archives Suisses de Médecine Vétérinaire
ASMV : la revue professionnelle des vétérinaires

Herausgeber: Gesellschaft Schweizer Tierärztinnen und Tierärzte

Band: 138 (1996)

Heft: 5

Artikel: Abhängigkeit zwischen Cortisol und Testosteron unter Ruhebedingungen, nach akutem Stress und Hormonstimulation beim Stier

Autor: Thun, R. / Eggenberger, E.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-591043>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 17.03.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Abhängigkeit zwischen Cortisol und Testosteron unter Ruhebedingungen, nach akutem Stress und Hormonstimulation beim Stier

R. Thun und E. Eggenberger

Zusammenfassung

Es wurde die Abhängigkeit zwischen peripheren Cortisol- und Testosteronkonzentrationen bei 7 adulten Stieren unter Ruhebedingungen sowie nach sexueller und hormonaler Stimulation untersucht. Die Tiere wurden bei natürlicher Photoperiodizität von 16L:8D gehalten. Die Blutentnahmen zur Hormonbestimmung erfolgten mit Hilfe eines Verweilkatheters aus der V. jugularis ext. in halbstündlichen Abständen während 24 bzw. 48 Stunden.

Die Auswertung der Tagesprofile ergab, dass beide Steroide episodisch, d.h. in unregelmässigen, kurzfristigen und individuell unterschiedlichen Schüben, sezerniert werden. Eine deutliche circadiane Rhythmik mit hohen Werten am Morgen und während des Tages und geringen Konzentrationen am Abend und in der Nacht war nur beim Cortisol vorhanden. Zwischen den beiden Steroidhormonen bestand keine signifikante Korrelation.

Eine kurzfristige, 30 Minuten dauernde intensive sexuelle Stimulation (mehrmaliges Aufspringen mit Ejakulation) bewirkte eine rasche Zunahme des Cortisolspiegels, der die Testosteronsekretion nicht beeinflusste. Nach intravenöser Applikation von 1500 IE hCG und 0.5 mg GnRH stieg der Testosterongehalt im Plasma deutlich an und blieb während mehrerer Stunden erhöht ohne Auswirkungen auf den Tagesverlauf von Cortisol. Die Verabreichung von 5 mg PGF_{2α} i.v. stimulierte sowohl die Cortisol- wie auch die Testosteronsekretion.

Diese Ergebnisse zeigen, dass Cortisol und Testosteron unter Ruhebedingungen episodisch, jedoch unabhängig voneinander sezerniert wer-

Relationship between cortisol and testosterone under resting conditions, after acute stress and hormonal stimulation in the bull

In this study the relationship between peripheral concentrations of cortisol and testosterone was investigated in 7 adult bulls under resting conditions as well as after sexual and hormonal stimulation. The animals were kept under natural photoperiods of 16L:8D and for hormone determinations blood was withdrawn from an indwelling jugular vein catheter every 30 minutes for 24 and 48 h, respectively.

Evaluation of the hormonal profiles revealed that both steroids are secreted episodically characterized by irregular, short term fluctuations with high individual variability. A clear circadian rhythm with high levels in the morning and during the day and low concentrations in the evening and during night was observed for cortisol only. Concentrations of both steroidal hormones were not significantly correlated with each other.

Intense sexual stimulation (mounting several times with ejaculation) during 30 minutes caused a rapid increase of cortisol without affecting testosterone secretion. After intravenous application of 1500 IU hCG and 0.5 mg GnRH a sharp rise of testosterone concentrations occurred with high values remaining for several hours but leaving the circadian cortisol pattern unchanged. The intravenous injection of 5 mg PGF_{2α} stimulated both the cortisol and testosterone secretion.

Results from this investigation show that cortisol and testosterone are secreted episodically with-

den. Ein stressbedingter Cortisolanstieg hemmte die Testosteronsekretion ebensowenig, wie umgekehrt ein hoher Testosteronspiegel den Cortisolverlauf veränderte. Der gleichzeitige Anstieg von Cortisol und Testosteron nach PGF₂ α weist auf eine zentrale (Hypothalamus/Hypophyse) Wirkung von Prostaglandin hin.

Schlüsselwörter: Stress – Cortisol – Testosteron – Hormonstimulation – Stier

out any interrelationship under resting conditions. Sexual stress induced an increase of cortisol which did not inhibit testosterone secretion and high testosterone levels did neither influence the cortisol pattern. The concomitant increase of cortisol and testosterone after PGF₂ α suggests a central (hypothalamus/hypophysis) action for prostaglandin

Key words: stress – cortisol – testosterone – hormonal stimulation – bull

Einleitung

Jedes Lebewesen, ob Mensch oder Tier, ist dauernd Umweltveränderungen ausgesetzt und kann nur überleben, wenn es sich den neuen Gegebenheiten mit Erfolg anpassen vermag. Dies geschieht mit dem von Selye schon 1936 beschriebenen «Allgemeinen Adaptationssyndrom», das zum Ziel hat, die Homöostase im Organismus aufrechtzuerhalten. Störfaktoren, auch *Stressoren* genannt, die auf den Organismus einwirken, können organischer (Krankheit, Schmerz), psychischer (Freude, Angst, Immobilisation) sowie physikalischer (Temperatur) Natur sein. Wirken derartige Stressoren nur kurzfristig, haben sie in der Regel für den Organismus keine schädlichen Folgen. Treten derartige Belastungen gehäuft und in verstärkter Masse auf, kann das Adaptationsvermögen zusammenbrechen und zu Erschöpfung bis hin zum Tod führen.

Unter Einwirkung eines Stressors werden zahlreiche Körperfunktionen aktiviert, allen voran das hypothalamo-hypophysäo-adrenocorticale (HHA)-System sowie das sympathiko-adrenomedulläre (SA)-System. Durch Aktivierung dieser beiden Systeme werden Corticotropin-Releasinghormon (CRH), Adrenocorticotropin (ACTH) und Glucocorticoide sowie die beiden Catecholamine Adrenalin und Noradrenalin vermehrt ins Blut abgegeben. Diese Stresshormone, insbesondere das Cortisol, können sekundär die Funktion anderer Organsysteme, wie z.B. das Hypothalamus-Hypophysen-Gonaden(HHG)-System und das Immunsystem beeinflussen. Aufgrund verschiedener Untersuchungen (Moberg, 1985; Rivier und Rivest, 1991) wissen wir, dass Cortisol über zentrale, hypophysäre wie auch periphere Wirkungen die Sexualfunktion beider Geschlechter zu hemmen vermag. Beim männlichen Tier führt dies zu einer verminderten Testosteronproduktion und Störungen der Spermatogenese. Umgekehrt sollen Sexualsteroiden (vor allem Östrogene) in der Lage sein, über eine Stimulation von CRH die Cortisolsekretion anzuregen (Vamvakopoulos und Chrousos, 1993), was bei der grossen morphologischen und funktionellen Ähnlichkeit beider Systeme nicht erstaunt. Sowohl Gonaden als auch die NNR (Zona reticularis) sind nämlich befähigt, Sexualsteroiden zu bilden, und beide unterliegen ähnlichen zentralen Steuerungsmechanismen.

In früheren Untersuchungen, die an der Klinik für Andrologie und Gynäkologie (ehemals Institut für Zuchthygiene) durchgeführt wurden, konnte gezeigt werden, dass Testosteron beim Stier episodisch, das heisst in unregelmässigen Schüben (Episoden oder Peaks) erhöhter Hormonkonzentrationen, sezerniert wird (Leuch, 1979; Thun et al., 1980; Müller, 1980; Zerobin und Thun, 1983). Während einer Zeitspanne von 24 Stunden können unter normalen Ruhebedingungen 3–6 Episoden beobachtet werden, wobei diese beim gleichen Tier von einem Tag auf den anderen zu unterschiedlichen Zeiten und mit verschiedener Dauer und Höhe auftreten. Eine Tagesrhythmik scheint beim Stier nicht vorhanden zu sein.

Entsprechende Ergebnisse über die Sekretionsaktivität von Cortisol bei zuchtreifen Stieren sind in den Arbeiten von Thun et al. (1981) und Thun (1987) zusammengefasst. Ähnlich wie Testosteron wird auch Cortisol episodisch ins Blut abgegeben, wobei Frequenz und Amplitude der Hormonschwankungen im Verlauf von 24 Stunden starke individuelle Unterschiede zeigen. Im Gegensatz zu Testosteron weist jedoch Cortisol eine deutliche circadiane Rhythmik auf, charakterisiert durch eine gesteigerte Sekretion am frühen Morgen und Vormittag und niedrige Konzentrationen am Nachmittag und Abend.

Da über Interaktionen zwischen Corticoiden, Testosteron und LH beim Stier in der Literatur nur spärliche Berichte vorliegen (Welsh et al., 1979; Welsh und Johnson, 1981), war es unser Interesse, die unter Ruhebedingungen sowie nach intensiver sexueller Stimulation und verschiedenen Hormonbehandlungen erstellten Sekretionsmuster von Cortisol und Testosteron auf gegenseitige Abhängigkeiten zu untersuchen.

Tiere, Material und Methoden

Tiere

Für die Untersuchungen standen 7 Stiere der Braunviehrasse im Alter von 1–2 Jahren zur Verfügung; ein Tier war aufgrund einer angeborenen Augapfelanomalie auf beiden Augen blind. Die Tiere wurden in einem herkömmlichen Anbindestall bei einer Tageslichtlänge von rund 16

Stunden (16L:8D) gehalten und zweimal pro Tag (07.00 und 15.00 Uhr) mit Heu und einem Proteinkonzentrat gefüttert. Wasser stand ad libitum zur Verfügung. Alle Tiere waren an Stallklima und Pflegepersonal gut gewöhnt.

Blutentnahme

Um Störungen bei der Blutentnahme zu vermeiden, wurden die Blutproben mittels eines schon am Abend vor Versuchsbeginn in die V. jugularis externa eingelegten Verweilkatheters (Teflon Medical Grade Tubing[®], Becton Dickinson, Provet AG, Lyssach) entnommen. Das in heparinisierten Vacutainern[®] (Becton Dickinson, Provet AG, Lyssach) gewonnene Blut wurde sofort zentrifugiert und das überstehende Plasma bis zur Hormonbestimmung bei -20 °C aufbewahrt. Zur Erfassung kurzzeitiger Hormonschwankungen im Verlaufe von 24 bzw. 48 Stunden erfolgten die Blutentnahmen in Abständen von 30 Minuten.

Behandlung

Zur Feststellung möglicher Interaktionen zwischen Cortisol und Testosteron wurden die Stiere folgenden Behandlungen unterzogen: a) keine Behandlung (Kontrollprofile), b) sexuelle Stimulation, bei der die Stiere Gelegenheit hatten, einen Sprungpartner mehrmals zu bespringen und dabei in eine künstliche Scheide zu ejakulieren; c) Applikation i.v. von 1500 IE hCG (LH 1500[®], Werner Stricker AG, Bern), 0.5 mg GnRH (Lutal[®], Hoechst AG, Frankfurt a. M.) sowie 5 mg Prostaglandin F2 α (K 11941[®], Vetems S. A., Mailand).

Hormonanalytik

Beide Steroidhormone Cortisol und Testosteron wurden radioimmunologisch nach früher beschriebenen Methoden (Thun et al., 1978, 1981) bestimmt.

Statistik

Die quantitative Erfassung einzelner Tagesprofile erfolgte mittels Zeitreihenanalyse unter Anwendung des Computer-Programms HORMPART (Eggenberger, 1980; Thun et al., 1981). Zur Charakterisierung der circadianen Rhythmik wurden die einzelnen Tagesprofile in je drei 8stündige Perioden eingeteilt (I, 09.00–17.00 Uhr; II, 17.00–01.00 Uhr; III, 01.00–09.00 Uhr) und der Gesamtmittelwert, der Basismittelwert sowie die Episodenfrequenz und Episodenhöhe der einzelnen Perioden mittels Rangvarianzanalyse (Friedman-Test) geprüft. Zur Ermittlung der Abhängigkeit zwischen Cortisol und Testosteron diente die Rangkorrelation nach Spearman.

Ergebnisse

Tagesprofile

Die in den Abbildungen 1 und 2 dargestellten Profile zeigen den Verlauf von Cortisol und Testosteron bei vier Stieren während 48 h unter normalen ungestörten Bedingungen. Dabei ist ersichtlich, dass beide Hormone episodisch, d.h. in schnellen, zeitlich willkürlichen Schüben, sezerniert werden, wobei Frequenz und Amplitude zwischen den einzelnen Tieren und beim gleichen Tier von Tag zu Tag grosse Unterschiede aufweisen. Der periphere Testosteron Gehalt aller untersuchten Stiere schwankte zwischen 0.2 und 6.5 ng/ml Plasma mit täglich 3–6 Episoden, die bis zu 8 Stunden dauerten.

Die Plasmawerte aller Cortisolprofile bewegten sich zwischen 0.4 und 10 ng/ml und im Verlaufe von 24 Stunden waren 5–10 Episoden mit Mittelwerten von 2.8–5.6 ng/

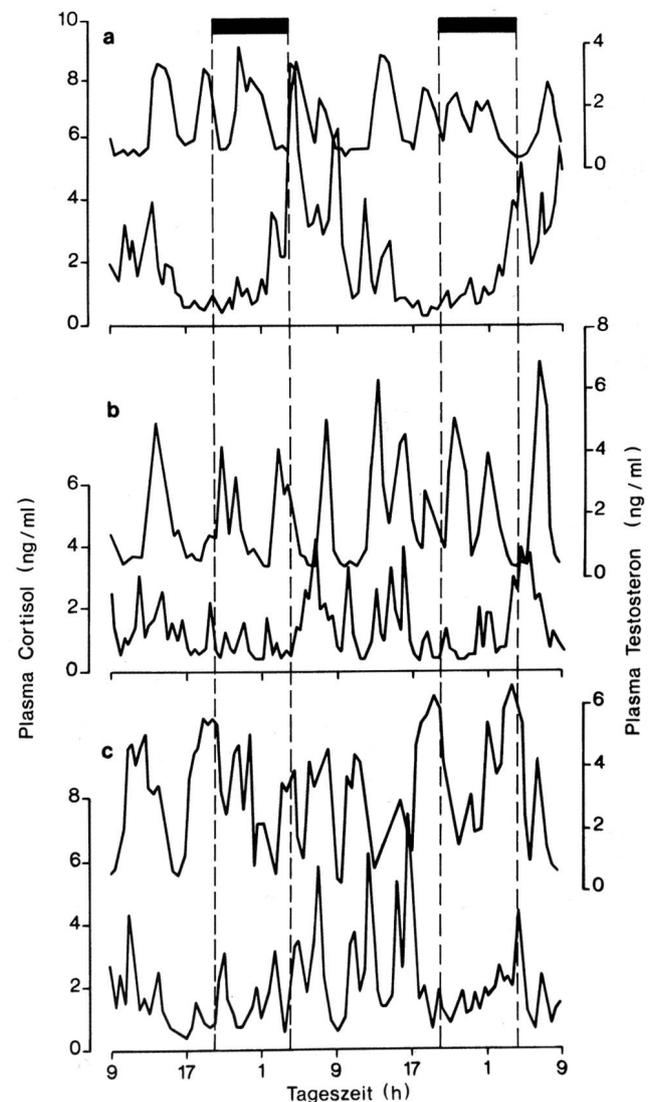


Abbildung 1: Testosteron- und Cortisolkonzentrationen im peripheren Blut während 48 Stunden bei drei Stieren. Die schwarzen Balken stellen die Dunkelphase dar.

Tabelle 1: Cortisolkonzentrationen (ng/ml) und Frequenz von 24-h-Profilen beim Stier

Profile	Zeitperiode	Gesamt		Basis		f	Episoden	
		$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$			
1-6	I	2.64	0.27 ^α	1.66	0.23	4.0 ^α	4.60	0.48 ^α
	II	1.18	0.15	1.27	0.11	0.5	3.38	0.47
	III	2.32	0.22 ^α	1.54	0.16	3.5 ^α	4.93	0.71 ^α

^α Signifikante Unterschiede zwischen den Zeitperioden I und II bzw. III und II (P < 0.05)

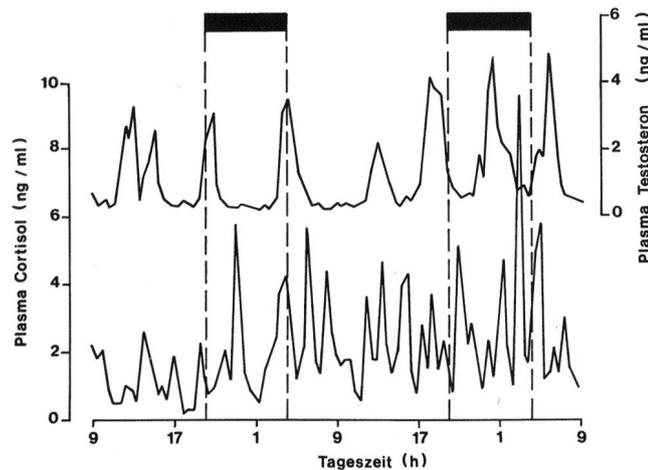


Abbildung 2: Testosteron- und Cortisolkonzentrationen im peripheren Blut während 48 Stunden bei einem blinden Stier. Die schwarzen Balken stellen die Dunkelphase dar.

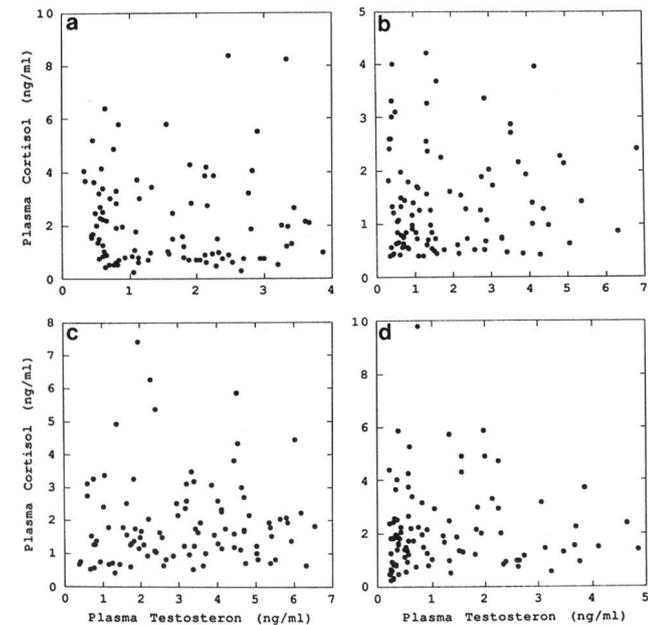


Abbildung 3: Abhängigkeit zwischen Cortisol und Testosteron bei vier 48-h-Profilen (n = 97).

ml Plasma zu beobachten. Nach Unterteilung der in Abbildung 1 dargestellten Cortisolprofile in drei 8stündige Zeitperioden I-III (Tab. 1) wird deutlich, dass sich die Sekretionsaktivität (Gesamt- und Episodenmittelwert) zwischen den Perioden I und II bzw. III und II signifikant unterscheidet (P < 0.05). Dieser typisch circadiane Cortisolverlauf fehlte beim blinden Stier (Abb. 2).

Die Abhängigkeit zwischen den peripheren Schwankungen von Testosteron und Cortisol ist für die Wertepaare von vier 48-h-Profilen in Abbildung 3a-d dargestellt. Die Punktediagramme mit den entsprechenden Rangkorrelationskoeffizienten (-0.13, 0.04, 0.13, 0.16) weisen auf keinen von Null signifikant verschiedenen Zusammenhang hin (P > 0.05).

Sexuelle Stimulation

In Abbildung 4 sind die Hormonverläufe von Testosteron und Cortisol nach mehrmaligem Aufspringen und Ejakulation dargestellt. Sowohl 4 (Abb. 4a) wie auch 7 Sprünge (Abb. 4b) innerhalb einer halben Stunde bewirkten kei-

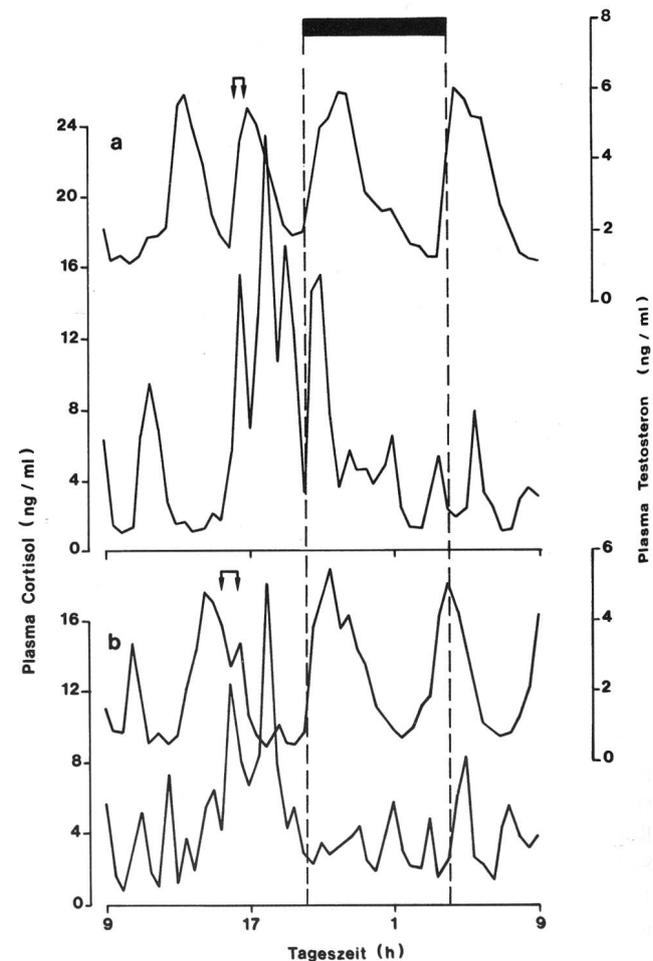


Abbildung 4: Testosteron- und Cortisolkonzentrationen im peripheren Blut während 24 Stunden bei zwei Stieren nach vier (a) und sieben (b) Ejakulationen. Der schwarze Balken stellt die Dunkelphase dar.

ne akuten Veränderungen der Testosteronsekretion. Der Zeitpunkt der sexuellen Stimulation, ob während zunehmenden oder abfallenden Testosteronkonzentrationen, blieb auf den weiteren Verlauf ohne Einfluss. Höhe und Dauer der Peaks waren von denjenigen unter Ruhebedingungen nicht zu unterscheiden.

Eine deutliche Reaktion auf die sexuelle Stimulation zeigte hingegen Cortisol, das bereits 15 Minuten nach dem ersten Sprung um das 2- bis 3fache der Ausgangskonzentrationen angestiegen war und rund 2 Stunden später Höchstwerte von knapp 24 (nach 4 Sprüngen) und 17 (nach 7 Sprüngen) ng/ml Plasma erreichte. Die 30minütige Stressphase bewirkte bei beiden Tieren eine deutliche, rund 3-5 Stunden dauernde Erhöhung des Cortisolspiegels.

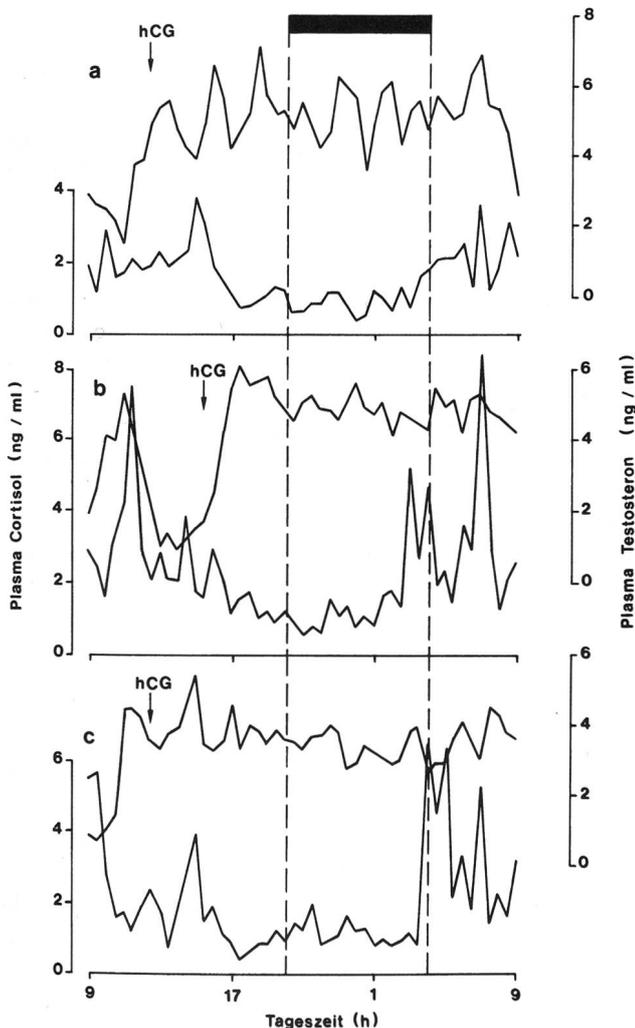


Abbildung 5: Testosteron- und Cortisolkonzentrationen im peripheren Blut während 24 Stunden bei drei Stieren nach intravenöser Applikation von 1500 IE hCG. Der schwarze Balken stellt die Dunkelphase dar.

Hormonbehandlung

Die intravenöse Applikation sowohl von 1500 IE hCG (Abb. 5) wie auch von 0.5 mg GnRH (Abb. 6) bewirkte einen raschen Anstieg des Testosteronspiegels auf Werte

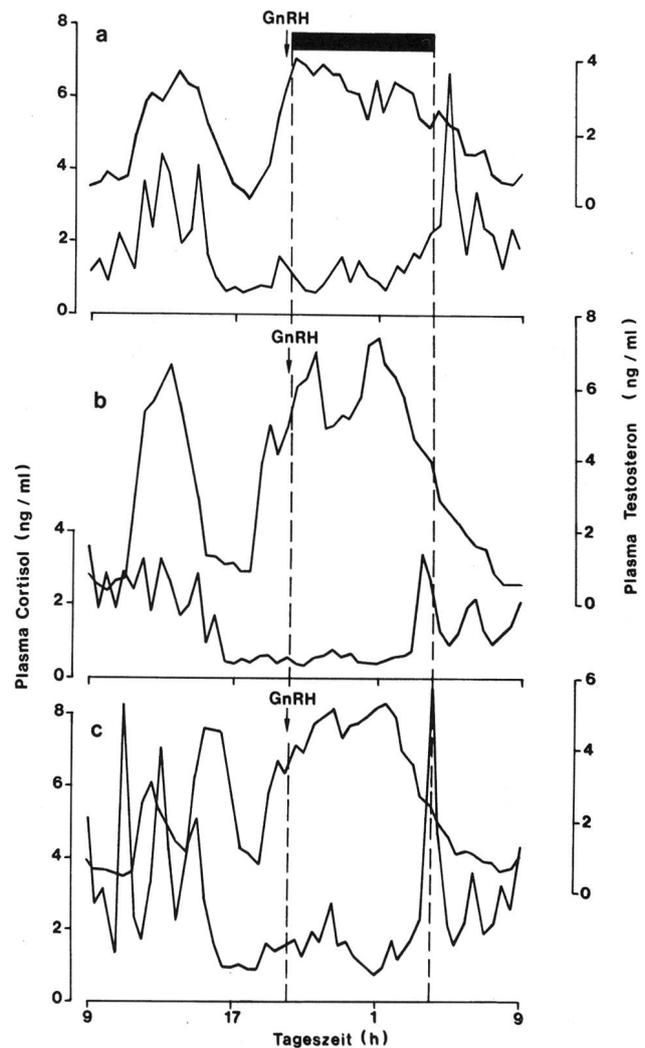


Abbildung 6: Testosteron- und Cortisolkonzentrationen im peripheren Blut während 24 Stunden bei drei Stieren nach intravenöser Applikation von 0.5 mg GnRH. Der schwarze Balken stellt die Dunkelphase dar.

von deutlich über 5 ng/ml Plasma. Nach der hCG-Injektion schwankte der Testosteronspiegel bei allen drei Stieren zwischen 3 und 7.5 ng/ml Plasma und blieb während mindestens 20 Stunden erhalten.

Im Gegensatz zur Langzeitwirkung von hCG war der Effekt von GnRH deutlich schwächer, da Testosteron nur während rund 5 Stunden erhöht blieb und nach weiteren 6 Stunden wieder Werte unter 1 ng/ml erreichte. Der mehrstündig erhöhte Testosteronspiegel zeigte keinerlei Auswirkungen auf die peripheren Cortisolkonzentrationen. Episodische Sekretionsart sowie circadiane Rhythmik blieben deutlich erhalten und zeigten im Vergleich zu Kontrollprofilen keine wesentlichen Abweichungen.

Die intravenöse Verabreichung von 5 mg PGF₂α (Abb. 7) führte bei allen drei Tieren zu einem deutlichen Anstieg sowohl von Testosteron wie auch von Cortisol. Beim Testosteronverlauf imponiert weniger die Episodenhöhe (3.7-5.6 ng/ml Plasma), als vielmehr die Episoden-

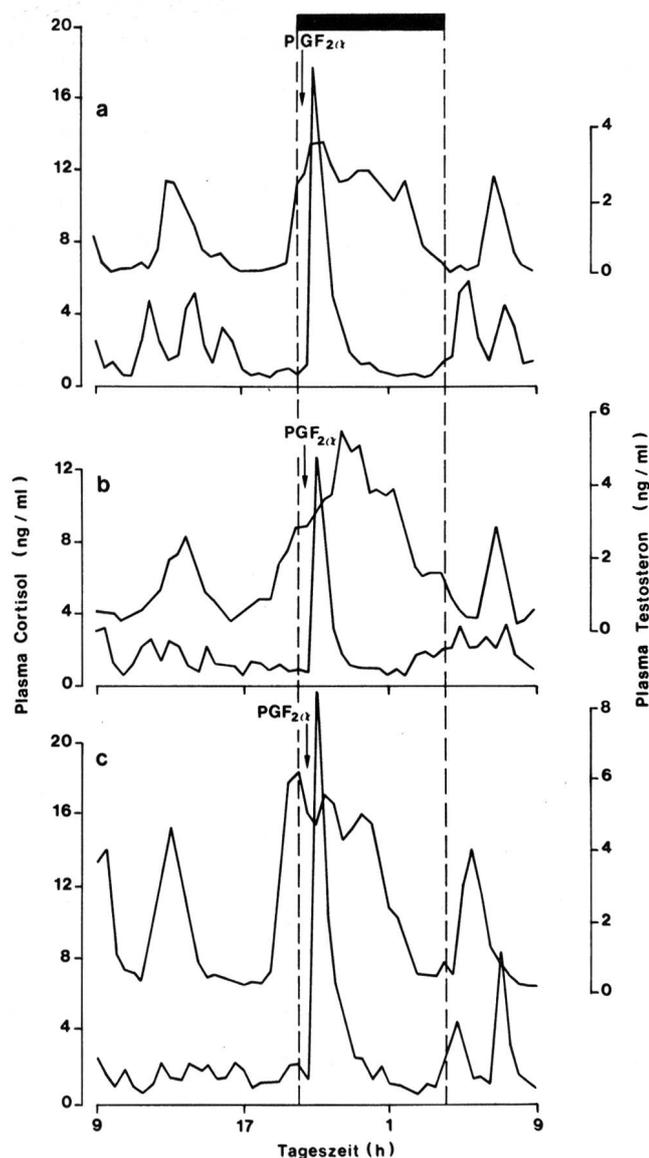


Abbildung 7: Testosteron- und Cortisolkonzentrationen im peripheren Blut während 24 Stunden bei drei Stieren nach intravenöser Applikation von 5 mg $PGF_{2\alpha}$. Der schwarze Balken stellt die Dunkelphase dar.

dauer (7–9 Stunden), während beim Cortisol vor allem der steile Anstieg auf das 5- bis 10fache der Ausgangskonzentrationen (über 20 ng/ml Plasma) sowie der rasche Abfall auffallen. Der durch $PGF_{2\alpha}$ hervorgerufene akute Cortisolpeak dauerte nur 1.5 Stunden.

Diskussion

Die 24- bzw. 48-h-Profile zeigen, dass Testosteron und Cortisol beim ausgewachsenen Stier episodisch, d.h. in unregelmässigen Schüben unterschiedlicher Dauer und Grösse, sezerniert werden. Bedingt durch die frequenten Blutentnahmen können aber bei verschiedenen Tieren am gleichen Tag oder beim gleichen Tier an verschiedenen Tagen recht unterschiedliche Sekretionsmuster ent-

stehen. In Übereinstimmung mit unseren früheren Ergebnissen (Thun et al., 1981) geht auch klar hervor, dass Cortisol eine deutliche circadiane Rhythmik aufweist, ähnlich wie sie auch bei Mensch (Krieger, 1979), Rhesusaffe (Holaday et al., 1977), Schaf (Mesbah und Brudieux, 1982), Schwein (Bate und Hacker, 1985) und Pferd (Tou-tain et al., 1988) vorkommt. Einzig beim Hund konnte kein diurnaler Rhythmus nachgewiesen werden (Thun et al., 1990). Die grosse Abhängigkeit des Cortisolverlaufs vom Tag-Nacht-Rhythmus unterstreicht die Bedeutung des Licht-Dunkel-Wechsels als wichtiger Zeitgeber für die Cortisolsekretion beim Rind. Dieser enge Zusammenhang zwischen Lichtperzeption und NNR-Aktivität wird durch die fehlende Tagesperiodik beim blinden Stier klar bestätigt. Im Gegensatz zum Cortisol zeigen die Testosteronmuster beim Stier keine tageszeitabhängige Rhythmik, eine Beobachtung, die auch für andere Haustiere gilt. Deutliche circadiane Testosteronschwankungen sind nur beim Mann (Judd et al., 1974) und Rhesusaffen (Plant, 1981) beschrieben.

Bezüglich Interaktionen zwischen Cortisol und Testosteron unter Ruhebedingungen finden sich in der Literatur nur wenige Publikationen. Beim Stier berichten Welsh et al. (1979) über eine negative Korrelation zwischen Corticosteroiden und zeitverschobenen Testosteronkonzentrationen, während Gwazdauskas et al. (1980) zwischen Corticosteroiden und Testosteron eine positive Korrelation fanden, und zwar unabhängig vom Zeitpunkt der Probengewinnung. Diese sich widersprechenden Befunde weichen von unseren Ergebnissen deutlich ab, die zeigen, dass Testosteron und Cortisol ganz unterschiedliche Sekretionsmuster aufweisen und zwischen den peripheren Konzentrationen keine Abhängigkeit vorhanden ist, wie dies auch beim Rüden (Thun et al., 1990) beschrieben wurde. Unsere Ergebnisse lassen den berechtigten Schluss zu, dass die neuroendokrine Regulation der adrenocorticalen und gonadalen Hormonsekretion unter Ruhebedingungen voneinander unabhängig erfolgt und nur Cortisol, nicht aber Testosteron vom Licht-Dunkel-Wechsel beeinflusst wird.

Ganz andere Verhältnisse sind unter Stressbedingungen zu erwarten. Die als akuter Stressor wirkende intensive sexuelle Stimulation während 30 Minuten bewirkte eine rasche Zunahme der Cortisolkonzentrationen, wobei der Höchstwert nach 4 Sprüngen (rund 24 ng/ml Plasma) grösser war als nach 7 Sprüngen (rund 17 ng/ml Plasma). Dieser Unterschied dürfte mit den komplizierten Wechselwirkungen zwischen Stressor, Verarbeitung des Stressreizes und spezifischem Reaktionsmuster sowie Anpassungsfähigkeit des Organismus zusammenhängen, wobei die (pathogene) Wertigkeit psychischer Stressoren (z. B. Angst, Freude, Lust) in der Tiermedizin nur spekulativ erfasst werden kann.

Der während 3–5 Stunden dauernde erhöhte Cortisolspiegel zeigte keine negativen Auswirkungen auf die Hodenfunktion, da Höhe und Dauer sowie das Zeitintervall zwischen den einzelnen Testosteronpeaks im Vergleich zu Kontrollmustern nicht verändert waren. Diese Ergebnisse entsprechen denjenigen von Smith et al. (1973)

sowie Gombe et al. (1973), stehen aber im Widerspruch zu Berichten von Johnson et al. (1982), Borg et al. (1991) sowie Thibier und Rolland (1976), die nach exogener Verabreichung sowohl von ACTH wie auch von Glucocorticoiden beim Stier eine Hemmung der Testosteronsekretion und Veränderungen im Sexualverhalten beobachteten. Allerdings muss bei diesen experimentellen Arbeiten berücksichtigt werden, dass die Cortisolkonzentrationen nach ACTH im Vergleich zur sexuellen Stimulation um das 3fache erhöht waren (70–90 ng/ml Plasma) und erst nach rund 8 Stunden wieder Ausgangswerte erreichten. Weiter muss beim Einsatz von synthetischen Corticoiden daran erinnert werden, dass die relative biologische Wirksamkeit z. B. von Dexamethason gegenüber Cortisol rund 30mal grösser ist. Im Gegensatz zu den vorwiegend pharmakologischen Effekten exogen verabreichter Stresshormone scheint eine kurzfristige stressinduzierte Erhöhung des Cortisolspiegels die Testosteronsekretion beim Stier nicht zu beeinflussen. Eine durch Stresshormone verursachte Unterdrückung der Gonadenfunktion wurde auch beim Mann (Cumming et al., 1983), beim Hengst (Cox und Jawad, 1979), beim Widder (Juniewicz et al., 1987) und beim Hund (Taha et al., 1981), nicht aber beim Eber (Juniewicz und Johnson, 1984) und Kaninchen (Pitzel et al., 1984) beschrieben. Beim Kaninchen und Meerschweinchen wurde sogar ein direkter stimulierender Effekt von ACTH auf die Testosteronsekretion in vitro gefunden (Juniewicz et al., 1988).

Die Stimulationsversuche mit hCG und GnRH zeigen, dass beide Hormone nach intravenöser Verabreichung in der Lage sind, die testikuläre Hormonsekretion anzuregen, wie dies schon frühere Untersuchungen beim Stier (Sundby und Torjesen, 1978), Eber (Claus und Ahlsing, 1976) und Widder (Falvo et al., 1975) gezeigt haben. Vor allem nach einer hCG-Injektion (Halbwertszeit von rund 18 Stunden) kann die episodische Sekretionsaktivität von Testosteron bis zu mehreren Tagen verändert sein (Müller, 1980). Die Analyse der verschiedenen Sekretionsmuster zeigte aber, dass der hohe Testosteronspiegel den peripheren Cortisolverlauf, insbesondere Frequenz und Amplitude der episodischen Schwankungen sowie die circadiane Rhythmik, nicht beeinflusste. Daraus darf mit Recht gefolgert werden, dass der inhibitorische Einfluss androgener Sexualsteroiden auf die Funktionstüchtigkeit der HHA-Achse nur von untergeordneter Bedeutung ist.

Die Verabreichung des PGF₂ α -Analogons K11941 führte zu einer deutlichen Steigerung sowohl der Testosteron- wie auch der Cortisolsekretion. Da Prostaglandin F₂ α systemisch appliziert wurde, kann der genaue Wirkungs- ort mit unserer Versuchsanordnung nicht angegeben werden. Aufgrund früherer Untersuchungen von Haynes et al. (1977, 1978), die beim Stier nach PGF₂ α -Stimulation eine gleichzeitige Zunahme von LH, ACTH und Prolactin im Blut feststellten, darf mit Recht eine mehr zentrale als periphere Wirkung von PGF₂ α angenommen werden. Die Vermutung, dass PGF₂ α die hypophysäre

Abgabe von LH und ACTH über eine modulierende Wirkung der Hypothalamusfunktion beeinflusst, bleibt in weiteren Experimenten abzuklären.

Literatur

- Bate L. A., Hacker R. R. (1985): Effect of cannulation and environmental temperature on the concentration of serum cortisol in pregnant sows. *Canad. J. Anim. Sci.* 65, 399–404.
- Borg K. E., Esbenshade K. L., Johnson B. H. (1991): Effects of pretreatment with adrenocorticotropin on endocrine and behavioral responses of bulls to sexual activity. *Theriogenology* 36, 607–618.
- Claus R., Ahlsing W. (1976): Einfluss von Choriogonadotropin, Haltungsänderung und sexueller Stimulation auf die Konzentration von Testosteron im Plasma sowie des Ebergeruchsstoffes im Plasma und Fett eines Ebers. *Berl. Münch. Tierärztl. Wschr.* 89, 354–358.
- Cox J. E., Jawad N. M. A. (1979): Adrenal-testis interaction in the stallion. *Equine Vet. J.* 11, 195–198.
- Cumming D. C., Quigley M. C., Yen S.S.C. (1983): Acute suppression of circulating testosterone levels by cortisol in man. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 57, 671–673.
- Eggenberger E. (1980): Ein Ausreisserproblem bei der Analyse hormonaler Sekretionsmuster. In: *Medizinische Informatik und Statistik*. Springer Verlag, Berlin, 185–194.
- Falvo R. E., Bubl A. E., Reimers T. J., Foxcroft G. R., Hunzicker D. M., Dziuk P. G. (1975): Diurnal fluctuations of testosterone and LH in the ram: effect of HCG and gonadotropine releasing hormone. *J. Reprod. Fert.* 42, 503–510.
- Gombe S., Hall W. C., McEntee K., Hansel W., Picket B. W. (1973): Regulation of blood levels of LH in bulls: influence of age, breed, sexual stimulation and temporal fluctuations. *J. Reprod. Fert.* 35, 493–503.
- Gwazdauskas F. C., Bame J. A., Aalseth W. E., Vinson R. G., Saacke R. G., Marshall, C. E. (1980): Relationship of plasma hormones and semen quality in bulls. *Proc. Nat. Assoc. Anim. Breeders*, 13–20.
- Haynes N. B., Kiser T. E., Hafs H. D., Carruthers T. D., Oxender W. D., McCarthy M. S. (1987): Effect of intracarotid infusion of prostaglandin F₂ α on plasma luteinizing hormone, testosterone and glucocorticoid concentrations in bulls. *J. Anim. Sci.* 45, 1102–1107.
- Haynes N. B., Collier R. J., Kiser T. E., Hafs H. D. (1978): Effect of prostaglandin E₂ and F₂ α on serum luteinizing hormone, testosterone and prolactin in bulls. *J. Anim. Sci.* 47, 923–926.
- Holaday J. W., Meyerhoff J. L., Natelson B. J. (1977): Cortisol secretion and clearance in the rhesus monkey. *Endocrinology* 100, 1178–1185.
- Johnson B. H., Welsh T. H., Juniewicz P. E. (1982): Suppression of luteinizing hormone and testosterone secretion in bulls following adrenocorticotropin hormone treatment. *Biol. Reprod.* 26, 305–310.
- Judd H. L., Parker D. C., Rakoff J. S., Hopper B. R., Yen S.S.C. (1974): Elucidation of mechanism(s) of the nocturnal rise of testosterone in men. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 38, 134–141.
- Juniewicz P. E., Johnson B. H. (1984): Ability of cortisol and progesterone to mediate the stimulatory effect of adrenocorticotropin hormone upon testosterone production by the porcine testis. *Biol. Reprod.* 30, 134–142.
- Juniewicz P. E., Johnson B. H., Bolt D. J. (1987): Effect of adrenal steroids on testosterone and luteinizing hormone secretion in the ram. *J. Androl.* 30, 190–196.
- Juniewicz P. E., Keeney D. S., Ewing L. L. (1988): Effect of adrenocorticotropin and other proopiomelanocortin-derived peptides on testosterone secretion by the in vitro perfused testis. *Endocrinology* 122, 891–898.

Krieger D. (1979): Rhythms in CRF, ACTH and corticosteroids. In: D. T. Krieger (Ed): *Endocrine Rhythms*. New York, Raven Press, 123-142.

Leuch F. (1979): Vergleichende Untersuchungen über die Auswirkung von künstlichem Kryptorchismus auf Mastleistung und endokrine Hodenfunktion bei Jungstieren. *Vet. Diss., Zürich*.

Mesbab S., Brudieux R. (1982): Diurnal variation of plasma concentrations of cortisol, aldosterone and electrolytes in the ram. *Horm. Metabol. Res.* 14, 320-323.

Moberg G. P. (1985): Influence of stress on reproduction: measure of well-being. In: G. P. Moberg (Ed): *Animal Stress*. American Physiological Society, Bethesda, Maryland, 245-267.

Müller U. (1980): Die Testosteronsekretion des zuchtreifen Stieres unter verschiedenen Bedingungen. *Vet. Diss., Zürich*.

Pitzel L., Kendoff A., Osterlob B., König A. (1984): The stimulatory effect of corticotropin on testicular testosterone release in male rabbits. *Exp. Clin. Endocrinol.* 83, 297-302.

Plant T. M. (1981): Time courses of concentrations of circulating gonadotropin, prolactin, testosterone, and cortisol in adult male rhesus monkeys (*Macaca mulatta*) throughout the 24 h light-dark cycle. *Biol. Reprod.* 25, 244-252.

Rivier C., Rivest S. (1991): Effect of stress on the activity of the hypothalamic-pituitary-gonadal axis: peripheral and central mechanisms. *Biol. Reprod.* 45, 523-532.

Dépendance du cortisol et de la testostérone lors du repos, d'un stress aigu et d'une stimulation hormonale chez le taureau

La dépendance entre les concentrations périphériques du cortisol et de la testostérone a été examinée chez 7 taureaux au cours du repos ainsi qu'après stimulation sexuelle et hormonale. Les animaux ont été soumis à un cycle photopériodique naturel (16:8). Les prises de sang de la v. jugularis pour la détermination des hormones ont eu lieu toutes les demi-heures pendant 24 à 48 heures à l'aide d'un cathéter.

L'analyse du profil a révélé que les deux stéroïdes sont sécrétés épisodiquement selon un mode irrégulier, court et variable selon l'individu. Un rythme circadien évident avec des valeurs élevées le matin et pendant le jour et des concentrations moins élevées le soir et au cours de la nuit était seulement présent pour le cortisol. Aucune corrélation n'existait entre les deux hormones.

Une brève stimulation sexuelle intensive de 30 minutes (plusieurs sauts avec éjaculation) a induit un accroissement rapide de la concentration du cortisol sans influencer la sécrétion de la testostérone. Après application intraveineuse de 1500 UI hCG et 0,5 mg GnRH, la concentration de la testostérone a nettement augmenté dans le plasma et est restée élevée pendant plusieurs heures sans effets sur le profil des concentrations du cortisol. L'administration de 5 mg PGF 2α i.v. a stimulé la sécrétion du cortisol et de la testostérone.

Ces résultats indiquent que le cortisol et la testostérone sont sécrétés épisodiquement et indépendamment pendant le repos. Une augmentation de la concentration du cortisol a inhibé la sécrétion de la testostérone aussi peu qu'une concentration élevée de testostérone a altéré le profil des concentrations du cortisol. L'augmentation simultanée du cortisol et de la testostérone après PGF 2α indique une action centrale (hypothalamus/hypophyse) de la prostaglandine.

Interdipendenza fra cortisone e testosterone nel toro sotto condizioni di riposo, dopo stress acuto ed in seguito a stimolazione ormonale

È stata analizzata l'interdipendenza fra il cortisone ed il testosterone periferici in 7 tori adulti in condizioni di riposo e dopo stimolazione sessuale e ormonale. Gli animali erano tenuti in condizioni di illuminazione naturale con 16 ore di luce e 8 ore notturne. La presa del sangue per la determinazione degli ormoni avveniva al ritmo di una ogni 30 minuti per 24, risp. 48 ore, mediante un catetere posto nella vena jugularis.

La determinazione dei profili delle concentrazioni giornaliere mise alla luce che ambedue gli steroidi vengono secreti episodicamente, vale a dire in fasi individuali, irregolari ed a corto termine. Solo per il cortisone si poteva distinguere un chiaro ritmo circadiano, con valori elevati al mattino e durante il giorno e basse concentrazioni alla sera e durante la notte. Fra i due ormoni steroidi non esisteva alcuna correlazione.

Un'intensa stimolazione sessuale a corto termine durante 30 minuti (monta ripetuta con eiaculazione) provocava un rapido incremento del cortisone, senza influenzare la secrezione del testosterone. Dopo l'applicazione intravenosa di 1500 IE di hCG e 0.5 mg di GnRh la concentrazione del testosterone nel sangue aumentava rapidamente restando elevata per diverse ore, senza avere alcun influsso sul decorso giornaliero della concentrazione di cortisone. L'applicazione intravenosa di 5 mg di PGF 2α stimolava sia la secrezione di cortisone che di testosterone.

Questi risultati mostrano che anche se il cortisone ed il testosterone vengono secreti episodicamente la loro secrezione è indipendente l'una dall'altra. Un aumento del cortisone dovuto allo stress non influenzava la secrezione del testosterone come d'altro canto un'elevata concentrazione di testosterone non influiva sul decorso della concentrazione di cortisone. Il concomitante aumento sia del cortisone che del testosterone dopo l'applicazione di PGF 2α suggerisce un'azione centrale (ipotalamo/ipofisi) della prostaglandina.

Selye H. (1936): A syndrome produced by diverse noxious agents. *Nature* 138, 32.

Smith C. W., Mongkonpunya K., Hafs H. D., Convey E. M., Oxender W. D. (1973): Blood serum testosterone after sexual preparation or ejaculation, or after injection of LH or prolactin in bulls. *J. Anim. Sci.* 37, 976-984.

Sundby A., Torjesen P. A. (1978): Plasma levels of testosterone in bulls. *Acta Endocrinol.* 88, 787-792.

Taba M. B., Noakes D. E., Allen W. E. (1981): The effect of some exogenous hormone on seminal characteristics, libido and peripheral plasma testosterone concentrations in the male Beagle. *J. Small Anim. Pract.* 22, 587-595.

Tbibier M., Rolland O. (1976): The effect of dexamethasone (DXM) on circulating testosterone (T) and luteinizing hormone (LH) in young postpubertal bulls. *Theriogenology* 5, 53-60.

Thun R., Jutz G., Fricker Ch. (1978): Radioimmunologische Testosteronbestimmung: Methodik und diagnostische Anwendung. *Schweiz. Arch. Tierheilk.* 120, 205-212.

Thun R., Leuch F., Eggenberger E., Zerobin K. (1980): Plasma testosterone concentrations in bulls with intact and shortened scrotums during sexual maturation. *Biol. Reprod.* 22, 765-771.

Thun R., Eggenberger E., Zerobin K., Lüscher T., Vetter W. (1981): Twenty-four-hour secretory pattern of cortisol in the bull: evidence of episodic secretion and circadian rhythm. *Endocrinology* 109, 2208-2212.

Thun R. (1987): Untersuchungen über die Tagesrhythmik von Cortisol beim Rind. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, 1987.

Thun R., Eggenberger E., Zerobin K. (1990): 24-hour profiles of plasma cortisol and testosterone in the male dog: absence of circadian rhythmicity, seasonal influence and hormonal interrelationships. *Reprod. Dom. Anim.* 25, 68-77.

Toutain P. L., Oukessou M., Autefage A., Alvinerie M. (1988): Diurnal and episodic variations of plasma hydrocortisone concentrations in horses. *Dom. Anim. Endocrinol.* 5, 55-59.

Vamvakopoulos N. C., Cbrousos G. P. (1993): Evidence of direct estrogenic regulation of human corticotropin releasing hormone gene expression: potential implications of the sexual dimorphism of the stress response and immune/inflammatory reaction. *J. Clin. Invest.* 92, 1896-1902.

Welsb T. H., Randel R. D., Johnson B. H. (1979): Temporal relationships among peripheral blood concentrations of corticosteroids, luteinizing hormone and testosterone in bulls. *Theriogenology* 12, 169-179.

Welsb T. H., Johnson B. H. (1981): Stress-induced alterations in secretion of corticosteroids, progesterone, luteinizing hormone and testosterone in bulls. *Endocrinology* 109, 185-190.

Zerobin K., Thun R. (1983): Testosteron beim wachsenden Stierkalb. *Wien. tierärztl. Mschr.* 70, 198-202.

Korrespondenzadresse: Prof. Dr. R. Thun, Klinik für Andrologie und Gynäkologie, Wintertburerstr. 268, CH-8057 Zürich

DIANA.
Computersoftware für Gross- und Kleintierpraxen

brunner & hess software ag
PC-Lösungen aus Entwicklerhand
Schulhausstrasse 73 Tel. 01/286 20 30
CH-8002 Zürich Fax 01/286 20 31
DIANA-Direktnummer Tel. 01/286 20 40