

6. Zusammenfassung

Dsungarische Zwerghamster zeigen wie alle nachtaktiven Tiere einen dem Tag-Nachtrhythmus entsprechenden Aktivitäts- und Körpertemperaturverlauf. Dies läßt sich mit Hilfe von die Aktivität erfassenden Infrarotdetektoren und mit kleinen Sendern (Minimitter), mit deren Hilfe man die Körpertemperatur messen kann, leicht darstellen. Mit Beginn der Dunkelheit beginnt die Aktivität und mit etwa zehn- bis fünfzehnminütiger Verzögerung steigt die Körpertemperatur um 1-2°C an. Mit Helligkeitsanbruch endet die Aktivität, die Körpertemperatur sinkt.

Dsungarische Hamster wurden in einem Licht-Dunkelwechsel von LD 16:8 gehalten (16 Stunden Licht: 8 Stunden Dunkel). Setzt man die Tiere in der Dunkelperiode einzelnen einminütigen Lichtpulsen von 600-650 Lux aus, so kommt es zu einem akuten Abbruch der Aktivität und dementsprechend zum Absinken der Temperatur. Nach einem Zeitraum von höchstens einer Stunde haben sich beide Parameter wieder erholt. In den folgenden Nächten spiegelt sich jedoch die Störung wieder. Erfolgte der Lichtpuls vor 23⁰⁰h, so verzögert sich der Aktivitätsbeginn je nach Zeitpunkt des Lichtpulses um 21⁰⁰h oder 22⁰⁰h von einer halben bis zu einer dreiviertel Stunde (Phasenverschiebung nach hinten). Auffällig ist, daß zusätzlich zu dieser Verzögerung noch ein vorzeitiger Abbruch der Aktivität am Ende der Nacht erfolgt (Phasenverschiebung nach vorne). Während es bei der Aktivitätsaufnahme nach etwa drei Tagen wieder zu einer Normalisierung kommt, halten die Phasenverschiebungen in der späten Nachtphase noch an. Nach 23⁰⁰h finden nur noch am Ende der Nacht Phasenverschiebungen statt. Die Stärke der Auswirkung, d.h. die maximale α -Kompression sowie die Dauer der Erholungszeit, nimmt zur Mitte der Nachtphase hin zu ($111,8 \pm 6,9$ min.; $10,2 \pm 0,4$ Tage). Augenfällig ist, daß die maximale Aktivitätskompression nicht an dem Tag des Lichtpulses stattfindet, sondern meist erst zwei bis vier Tage danach.

Werden zwei einminütige Lichtpulse in einer Nacht (22⁰⁰h und 2⁰⁰h) bzw. in zwei aufeinanderfolgenden Nächten (22⁰⁰h und 2⁰⁰h; 2⁰⁰ und 22⁰⁰h) gegeben, so zeigt sich bei allen drei Versuchen sowohl eine Phasenverschiebung nach vorne als auch nach hinten, die sehr ausgeprägt ist. Die maximale α -Kompression nimmt in der Reihenfolge der Lichtpulse um 22⁰⁰h, 2⁰⁰h in zwei Nächten, 22⁰⁰h, 2⁰⁰ in einer Nacht, 2⁰⁰h und 22⁰⁰h von $95,0 \pm 21,1$ über $180,9 \pm 10,8$ auf $223,2 \pm 21,8$ zu. Auch hier ist die Erholungszeit von der Phasenverschiebung nach

hinten (etwa vier Tage) kürzer als die nach vorne (bis zwölf Tage). Die Erholungszeit der in der Reihenfolge 22⁰⁰h und folgend 2⁰⁰h gegebenen Lichtpulsen liegt bei acht Tagen und unterscheidet sich nur unwesentlich voneinander. Hier findet man nicht das normalerweise vorherrschende Prinzip, daß sich die Erholungszeit mit ansteigender maximalen α -Kompression verlängert, so daß man auf eine feste Abhängigkeit der Erholungszeit vom Lichtpulszeitpunkt schließen kann.

Einminütige starke Weißlichtpulse (10000 Lux), die mit einer Photoleuchte in der Lichtphase des Tages gegeben werden, führen an den meisten Zeitpunkten zu keiner Beeinflussung des circadianen Rhythmus. Lediglich Pulse, die ab zwei Stunden vor Dunkelheitsbeginn erfolgen, haben akut eine Erhöhung der Körpertemperatur zur Folge, die Werten zwischen Tag- und Nachttemperaturen entspricht. Als Nacheffekt zeigt sich auch am nächsten Tag etwa zu selben Zeit eine Erhöhung der Körpertemperatur, die dann nach weiteren zwei Tagen kontinuierlich abgeklungen ist.

Aufgrund dieser Ergebnisse kann man schließen, daß Lichtpulse auch auf den circadianen Rhythmus des an Zeitgeber gewöhnten Menschen eine große Wirkung haben können, wie es bei der Behandlung der sogenannten Winterdepression angenommen wurde. Vergleicht man sowohl die Ergebnisse der Einzellichtpulse mit ihren maximalen α -Kompressionen als auch die Erholungszeiten bei den Doppellichtpulsen, so liegt die Vermutung nahe, daß der Tageszeitpunkt der Lichttherapie im Hinblick auf Erfolg nicht unwichtig sein kann.

Ulrike Bärwinkel

Influence of lightpulses in the night on the circadian rhythm of body temperature and locomotor activity of the Djungarian hamster (*Phodopus sungorus*)

7. Summary

Like all nocturnal animals the Djungarian hamster *Phodopus sungorus* shows a specific pattern of activity and body temperature, which corresponds to the day-night-rhythm. This can easily be demonstrated by using infrared detectors to measure the activity and small implanted transmitters (Minimitters) for measuring the body temperature. The activity starts with beginning of darkness, an increase of body temperature of about 1-2°C follows after 10-15 minutes. With daybreak the activity stops and the body temperature decreases to a normal average daytime level of 36°C.

Djungarian hamsters were kept in LD 16:8 (i.e. 16 hours of light are followed by 8 hours of darkness). If a single light pulse of only one minute duration and an intensity of 600-650 lux interrupts the dark phase, the activity will be stopped and the body temperature decreases accordingly to values lower than or equal to daytime level. Within a period of maximally one hour both parameters have recovered to normal night values. During the following nights late effects of this single disturbance can be seen. Recovery time and strength of the effect are dependent on the time the light pulse is given during the dark phase. If the light pulse is given before 23⁰⁰h, phase delays of the beginning of activity (phase delay of α_A) are seen. A light pulse at 21⁰⁰h causes a delay of one half hour, a pulse at 22⁰⁰h causes a forty-five minutes delay. It is remarkable that additional to this phase delay of activity onset one can also observe an advance of activity offset (that means the activity stops earlier in this night = phase advance of α_E). While the phase delay of α_A is compensated after two to four days the phase advance of α_E holds on. A light pulse given after 23⁰⁰h results only in phase advances of α_E . The effect, i.e. the maximum compression of activity (α), as well as the duration of recovery time are highest when the light pulse is given at midnight ($111,8 \pm 6,9$ min, $10,2 \pm 0,4$ days). It is obvious that the maximum α -compression does not take place in the dark phase following the light pulse but mainly in the subsequent three or four dark phases.

Two light pulses of one minute duration given in one night (at 22⁰⁰h and 2⁰⁰h) or in two following phases of darkness (22⁰⁰h and 2⁰⁰; 2⁰⁰h and 22⁰⁰h) show a large phase shift at the beginning of activity (phase delay) as well as at the activity end (phase advance). The maximum α -compression decreases from light pulses at 22⁰⁰h and 2⁰⁰ in one night ($95,0 \pm 24,1$ min) to the same light pulse given in two nights ($180,9 \pm 10,8$ min) to light pulses in two following nights at 2⁰⁰h and 22⁰⁰h ($223,2 + 21,8$ min). Similar to the single light pulses the duration of recovery time is shorter for the phase delays (four days) than for phase advances (up to twelve days). The recovery time for both double light-pulses given at 22⁰⁰h and 2⁰⁰h is not significantly different (eight days). Hence we cannot confirm the principle opinion that the recovery time is always increasing with increasing α -compression. It seems that the recovery time is rather dependent on the time at which the light pulse happens.

One minute of bright pulses of white light (10 000 lux) which are given during daytime have no effect on the circadian rhythm at most times. Only single pulses given two hours or less before darkness have an effect. The body temperature rises to values which are between day and night means. The body temperature increases the next day too, again at the same time the light pulse was given the day before. This effect continuously fades the following two days.

Based on these results one can conclude that light pulses must have a great effect on the circadian rhythm of humans as well who are entrained to a daily "Zeitgeber". This is proposed for the therapy of the so called winter depression (SAD). By comparing the results of recovery time and max. α -compression following the single light pulses and the double light pulses it is obvious that the daytime at which the light therapy is applied is important for a success of the therapy .