

Temperaturadaptation und Sauerstoffverbrauch bei Eidechsen

STEFAN GELINEO

Institut für Meeresbiologie, Rovinj, Jugoslawien

ABSTRACT: Temperature adaptation and oxygen consumption in lizards. In some lizards the process of thermal adaptation and oxygen consumption at adaptation temperatures has been examined after completion of adaptation. A slow decrease of oxygen consumption was found for a certain period in *Lacerta sicula* after transfer from a warm into a cold surrounding. The values of oxygen consumption increased from the ninth day and reached values corresponding to the new external temperature after about 3 weeks. In *L. melisellensis* and *L. oxycephala* adaptation to a new lower temperature occurs with the beginning of the increasing oxygen consumption, the adaptation lasting about 3 weeks. In *L. muralis* oxygen consumption at low adaptation temperature is lower after the process of adaptation than at higher adaptation temperature. In contrast, oxygen consumption of *L. melisellensis* and *L. oxycephala* after adaptation to lower external temperatures is equal to the oxygen consumption at higher external temperatures, so that the animal shows the same intensity of oxygen consumption in spite of its different body temperature.

EINLEITUNG

Es ist allgemein bekannt, daß poikilotherme Organismen auf einen plötzlichen Anstieg der Außentemperatur mit Zunahme des Sauerstoffverbrauches und Erhöhung der Körpertemperatur reagieren. Der Abfall der Außentemperatur zieht eine Verminderung der Körpertemperatur und des Sauerstoffverbrauches nach sich. Auf diese Weise äußert sich bei ruhigem Verhalten der Tiere ein mit der Außentemperatur gleichgerichteter Gang des Stoffwechsels und der Körpertemperatur. Bei den Eidechsen steigen oder fallen Stoffwechsel und Körpertemperatur gleichzeitig.

ERGEBNISSE UND DISKUSSION

Diese plötzlichen Reaktionen auf die Einwirkung der Außentemperatur sind bei verschiedenen Eidechsen von verschiedener Intensität. Ein Vergleich zwischen den auf 20°–28° C adaptierten Eidechsen der mitteldalmatinischen kleinen Inseln und Klippen mit den unter niedrigerer jährlicher Mitteltemperatur lebenden Tieren der kontinentalen Gebiete zeigt, daß die kontinentalen Eidechsen (*Lacerta viridis*, *L. sicula*, *L. muralis*) bei sämtlichen Temperaturen zwischen 20° und 30° C einen größeren Sauerstoff-

verbrauch besitzen. Bei einer Temperatur von 25° C zum Beispiel beträgt der Sauerstoffverbrauch bei *L. melisellensis* etwa 230 ml pro kg/Stunde, während derselbe bei *L. sicula*, *L. muralis* und *L. viridis* um 50 0/0 höher ist, also 340 ml ausmacht (GELINEO & GELINEO 1959, 1962). In wärmerer Umgebung lebende Tiere zeigen eine größere Resistenz gegen hohe Temperatur und besitzen einen niedrigeren Sauerstoffverbrauch, als jene aus kälterer Umgebung, die aber eine größere Kälteresistenz besitzen (GELINEO 1934). Es soll noch bemerkt werden, daß bereits KREHL & SOETBEER (1899) beobachtet haben, daß das Protoplasma der tropischen Reptilien sparsamer arbeitet, als bei jenen in kälteren Gebieten. Dieselbe Erscheinung wurde unlängst bei Säugetieren festgestellt (HABEREY & KAYSER 1959).

Bei den Eidechsen sowie bei anderen Tieren unterscheiden sich die plötzlichen Reaktionen auf eine neue Raumtemperatur vom Stoffwechsel während eines längeren Aufenthaltes bei derselben Temperatur (GELINEO 1934). So tritt nach einem plötzlichen Übergang aus einer thermischen Umgebung in eine andere, die mehrere Tage ziemlich unverändert bleibt, bei den Tieren ein Prozeß der stufenweisen Veränderung der Intensität des Sauerstoffverbrauches auf. Die Intensität des Sauerstoffverbrauches besitzt daher bei einer Temperatur, die außerhalb derjenigen liegt, an die das Tier bereits adaptiert ist, einen provisorischen Charakter. Doch geht der Prozeß der Adaptation bei verschiedenen Eidechsenarten nicht auf die gleiche Weise vor sich. Deshalb erwecken die Eidechsen unser besonderes Interesse: jedenfalls sind sie sehr günstige Objekte zum Studium der Mechanismen der thermischen Adaptation.

So zeigt *L. sicula* nach einem Übergang von einer warmen in eine kalte Umgebung eine Zeitlang eine allmähliche Abnahme des Sauerstoffverbrauches. Es werden im folgenden Zahlen angegeben, die bei ein und demselben Individuum erhalten wurden, mit der Bemerkung, daß die übrigen – ebenfalls an Temperaturen zwischen 24°–28° C angepaßten 4 Exemplare – sich ebenso verhielten. So verbrauchte jenes Individuum unmittelbar nach Überführung in eine Temperatur von 12° C pro kg/Stunde 176 ml Sauerstoff. Nachdem es 5 Tage hindurch ununterbrochen bei einer Temperatur von 10°–14° C gehalten worden war, betrug der Sauerstoffverbrauch bei 12° nur 97 ml, am 9. Tag jedoch bereits 110 ml, am 16. Tag 177 ml, am 19. Tag 213 ml, am 28. Tag 208 ml und am 41. Tag schließlich 193 ml pro kg/Stunde. Diese Passivität des wärmerzeugenden Apparates, die sich in den ersten Tagen des Aufenthaltes der *Lacerta sicula* bei niedrigerer Temperatur äußerte, war von keiner sichtbaren Störung begleitet.

Im Gegensatz zu *Lacerta sicula* verhielt sich die schwarze Eidechse *L. melisellensis melisellensis*, welche einige Wochen hindurch bei einer Temperatur von 20°–24° C lebte und nachher in einen Temperaturbereich von 9°–12° C überführt wurde, ganz anders. Bei dieser Eidechse resultiert die Kälteadaptation von Anfang an in einer ständigen Erhöhung des Sauerstoffverbrauches bei der Adaptationstemperatur. So sehen wir hier, daß bei der an eine warme Umgebung angepaßten *Lacerta melisellensis melisellensis* bei einer Temperatur von 9°–12° im Laufe von 3 Wochen eine 50prozentige Zunahme des Sauerstoffverbrauches eintrat. Einen ähnlichen Verlauf der Adaptation zeigt auch *Lacerta oxycephala*.

Auf diese Weise kommt es bei allen untersuchten Eidechsen bei der neuen, höheren Adaptationstemperatur zur Verminderung des Sauerstoffverbrauches und bei der Adaptation an niedere Temperaturen zur Steigerung des Sauerstoffverbrauches

(GELINEO & GELINEO 1955a, 1962). Auf Grund unserer Ergebnisse können wir aber nicht feststellen, daß die physiologische Plastizität dieser Tiere gleichgradig wäre. So war bei *Lacerta muralis*, bei *Uta stansburiana* und bei *Sceloporus occidentalis* (DAWSON & BARTHOLOMEW 1956) der Sauerstoffverbrauch nach Beendigung des Adaptationsprozesses bei einer wärmeren Adaptationstemperatur bedeutend höher als bei einer kälteren.

Im Gegensatz zu diesen Eidechsenarten finden wir bei *Lacerta melisellensis* und *Lacerta oxycephala* eine stärker ausgeprägte metabolische Adaptation. Im Laufe des Adaptationsprozesses an die neue thermische Umgebung, welcher ungefähr 3 Wochen dauerte, kehrte der Sauerstoffverbrauch bei *L. melisellensis* und *L. oxycephala* zu jenem Wert zurück, welchen er bei der vorherigen Adaptationstemperatur hatte und welcher durch die neue Umwelttemperatur am Anfang ihrer Einwirkung gestört wurde. Dies wird durch Tabelle 1 veranschaulicht.

Tabelle 1

Sauerstoffverbrauch adaptierter Eidechsen gemessen bei Adaptationstemperaturen

Eidechsenarten	Adaptations- temperatur ° C	Temperatur der Respirations- kammer ° C	Sauerstoffverbrauch nach 3-4wöchentlichem Aufent- halt bei der Adaptations- temperatur ml/kg/h
<i>L. muralis</i>	20-28	25,6	328
	11,9-15,5	14,2	182
<i>L. melisellensis melisellensis</i>	20-24	25,0	256
	11-13	13,3	284
	20-22	24,9	252
<i>L. melisellensis galvagnii</i>	24-28	24,7	196
	12-15,5	13,2	194
	18-22	19,0	197
<i>L. oxycephala</i>	13-16	13,8	152
	24-28	25,3	156

Wie wir sehen, hat *Lacerta muralis* bei verschiedenen Adaptationstemperaturen verschiedene Sauerstoffverbrauchswerte. Im Gegensatz dazu haben *Lacerta melisellensis* und *L. oxycephala* bei verschiedenen Adaptationstemperaturen nach Beendigung des Adaptationsprozesses die gleiche Intensität des Stoffwechsels. Es soll hervorgehoben werden, daß diese drei letzten Eidechsen in ihrer natürlichen Umwelt zu jeder Jahreszeit aktiv sind.

Die Ergebnisse der Messungen des Sauerstoffverbrauches bei den Adaptationstemperaturen werfen folgende grundlegende Frage auf: Wirkt die Intensität des Sauerstoffverbrauches auf die Höhe der Körpertemperatur ein? Bei der Messung der Körpertemperatur mit thermischen Nadeln bei beiden Varietäten von *Lacerta melisellensis* vor und nach dem Respirationsversuch konnte festgestellt werden, daß die Körpertemperatur immer der Umwelttemperatur folgt, wobei die Körpertemperatur ganz unbedeutend über der Außentemperatur liegt. Es ist eine noch ungeklärte Frage,

auf welchen Mechanismen die Abweichungen der biochemischen Reaktionen zur Zeit der Adaptation von den Van't Hoff-Arrheniusschen Regel beruhen.

ZUSAMMENFASSUNG

1. Verschiedene Arten der Gattung *Lacerta* haben bei einer gleichbleibenden gemäßigten und hohen Temperatur eine verschiedene Stoffwechselintensität. Bei niedrigen Temperaturen verschwinden diese Unterschiede.
2. Der Prozeß der thermischen Adaptation an die neue Temperatur geht auf zwei Weisen vor sich. Bei einzelnen Arten (*Lacerta melisellensis* und *L. oxycephala*) verläuft der Adaptationsprozeß von Anfang an ständig in der Richtung des Erreichens jener Werte des Stoffwechsels, welche das ruhende Tier bei der früheren Adaptationstemperatur hatte. Bei *Lacerta sicula* dagegen fällt die Intensität des Stoffwechsels in den ersten Tagen des Aufenthaltes bei niedrigeren Temperaturen, um später anzusteigen und sich jenem Wert zu nähern, den die Tiere bei ihren früheren Adaptationstemperaturen hatte.
3. Die Eidechsen *Lacerta melisellensis* und *L. oxycephala* zeigen bei jeder Adaptationstemperatur nach Beendigung des Adaptationsprozesses die gleiche Intensität des Sauerstoffverbrauches. Bei *Lacerta muralis* ist der Sauerstoffverbrauch bei einer höheren Adaptationstemperatur höher als bei einer niedrigeren.
4. Bei Adaptation an eine neue, annähernd gleichbleibende Außentemperatur bleibt die Körpertemperatur praktisch unverändert. Auf diese Weise wird der Stoffwechsel des ruhenden Tieres in gewisser Hinsicht von der Höhe der Körpertemperatur während des Adaptationsprozesses unabhängig.

ZITIERTE LITERATUR

- DAWSON, R. W. & BARTHOLOMEW, G. A., 1956. Relation of oxygen consumption to body weight, temperature and temperature acclimation in lizards *Uta stansburiana* and *Sceloporus occidentalis*. *Physiol. Zoöl.* **29**, 40–51.
- GELINEO, S., 1934. Influence du milieu thermique d'adaptation sur la thermogénèse. *Ann. Physiol. Physicochim. biol.* **10**, 1083–1115.
- & GELINEO, A., 1955a. Les échanges respiratoires des lézards noirs de Dalmatie adapté à différentes températures. *C. R. Soc. Biol., Paris* **149**, 387–389.
- 1955b. La consommation d'oxygène chez différentes espèces de lézards à habitats différents. *C. R. Soc. Biol., Paris* **149**, 563–568.
- 1962. Potrošnja kisika u crnih dalmatinskih guštera. *Rad Jugosl. Akad. znanosti i umjetnosti* **329**, 5–40.
- HABEREY, P. & KAYSER, C., 1959. Etude de la thermogénèse au froid de quelques rongeur d'origine saharinne. *C. R. Soc. Biol., Paris* **153**, 1842–1844.
- KREHL, L. & SOETBEER, F., 1899. Untersuchungen über die Wärmeökonomie der poikilothermen Wirbeltiere. *Pflügers Arch. ges. Physiol.* **77**, 611–638.

Diskussion im Anschluß an den Vortrag GELINEO

HEUSNER: Wie lange dauert es, bis eine Eidechse adaptiert ist?

GELINEO: Die Adaptation von Eidechsen, welche bei 20° bis 24° C gehalten wurden, an 10° C dauert 15 Tage bis 3 Wochen; bei der Ratte dauert es etwas länger.

KNÖTIG: Unter welchen Licht- bzw. Bestrahlungseinwirkungen wurden die Eidechsen während der Versuche gehalten?

GELINEO: Die Versuche fanden bei normaler Beleuchtung im Laboratorium – bei diffusem Tageslicht – statt. Einige Tiere habe ich über 3 Jahre im Laboratorium ohne künstliche Beleuchtung oder Sonneneinstrahlung gehalten.

KNÖTIG: Haben die Tiere während der Versuchszeit gefressen oder haben Sie sie hungern lassen?

GELINEO: Die Tiere haben während der Adaptationszeit gefressen.

PRECHT: EGGERT fand eine größere Schilddrüsenaktivität bei warmadaptierten Eidechsen. Dies paßt, wenn die Schilddrüse für die Leistungsadaptation eine Bedeutung hat, schlecht zu Ihren Befunden. Darum wäre eine Nachuntersuchung der Befunde von EGGERT erwünscht.

GELINEO: Ich habe nur Sauerstoffverbrauch und Körpertemperatur gemessen.