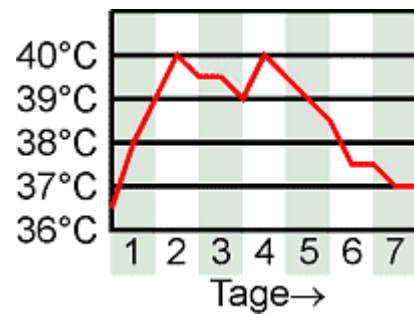


Die biochemischen Konsequenzen von Fieber



Inhalt

| | |
|--------------------------------------|---|
| 1. Was ist Fieber? | 1 |
| 2. Vergleich zweier Reaktionen | 1 |
| 3. Was bewirkt Fieber? | 3 |
| 4. Folgerung | 4 |

1. Was ist Fieber?

Fieber ist erhöhte Körpertemperatur. Es kann durch verschiedene Auslöser bedingt sein. Dringen Mikroorganismen in unseren Körper ein, dann werden von den Makrophagen Fieber auslösende Botenstoffe, Pyrogene, freigesetzt. Diese Pyrogene gelangen über die Blutbahn ins Gehirn und erhöhen beim Wärmeregulationszentrum den Sollwert für die Körpertemperatur^{1,2}. Der Körper erhöht die Temperatur, was wir als Fieber bezeichnen.

Fieber kann sehr schnell und genau, in ca. 1 Sekunde, im Ohr gemessen werden.

Körpertemperaturen im Ohr gemessen (aurikulär)

| Normale Körpertemperatur | Erhöhte Temperatur | Fieber | Hohes Fieber |
|--------------------------|--------------------|-----------|--------------|
| 35.8-38.0 | 38.1-38.4 | 38.5-38.9 | 39-41 |

Eine Temperaturerhöhung, beschleunigt den Stoffwechsel, auch den der Mikroorganismen. Wäre nur das der Fall, dann könnte der Körper mit Fieber keine sinnvolle Reaktion aufbauen. Alle Stoffwechselfvorgänge würden rascher und die Vermehrung der Mikroorganismen ebenfalls. Wie können biochemische Unterschiede auftreten?

2. Vergleich zweier Reaktionen

Zwei Stoffwechselreaktionen reagieren auf eine Temperaturzunahme unterschiedlich auch wenn sie bei Normaltemperatur die gleichen Geschwindigkeiten zeigen. Das soll am folgenden Beispiel deutlich gemacht werden.

Zwei Reaktionen haben bei 37 °C (310.15 K) dieselbe Reaktionsgeschwindigkeitskonstanten k_1 und k_2 aber unterschiedliche Frequenzfaktoren A_1 und A_2 , sowie unterschiedliche Aktivierungsenergien E_{a1} und

¹ Tutsch D. (Hrsg.) Roche Lexikon Medizin, Verlag Urban & Schwarzenberg, München, Wien, Baltimore, 1984, S.518

² Silbernagl Stefan, Despopoulos Agamemnon, dtv-Atlas der Physiologie, Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 1983, S.194

E_{a2} . Damit das der Fall ist, werden die Werte A_1 , A_2 und E_{a1} vorgegeben und E_{a2} so berechnet, dass k_1 und k_2 bei 310 K (37 °C) gleich sind.

Die Gleichung von Arrhenius erlaubt, die Reaktionsgeschwindigkeitskonstante k in

Abhängigkeit der Temperatur T zu berechnen $k = A_1 \cdot e^{-\frac{E_a}{R \cdot T}}$.

Die Vereinfachung der Arrheniusschen Beziehung beruht darauf, dass beide Parameter, E_a und A , in der Regel zwar temperaturabhängig sind, ihre Temperaturabhängigkeit jedoch gegenüber dem starken Einfluss der Temperatur im exponentiellen Term meist vernachlässigt werden kann. Die Aktivierungsenergie E_a wird daher als temperaturunabhängig angenommen.

Nach der Stosstheorie chemischer Reaktionen entspricht der Frequenzfaktor A der maximalen Anzahl Zusammenstöße zwischen den Reaktanden pro Sekunde mit der geometrisch richtigen Orientierung, die zu Produkten reagieren.

Annahmen:

$$E_{a1} = 50'000 \text{ J/mol}, A_1 = 10^9;$$

$$E_{a2} = ? , A_2 = 10^{11};$$

$$k_1 = A_1 \cdot e^{-\frac{E_{a1}}{R \cdot T}} = k_2 = A_2 \cdot e^{-\frac{E_{a2}}{R \cdot T}}$$

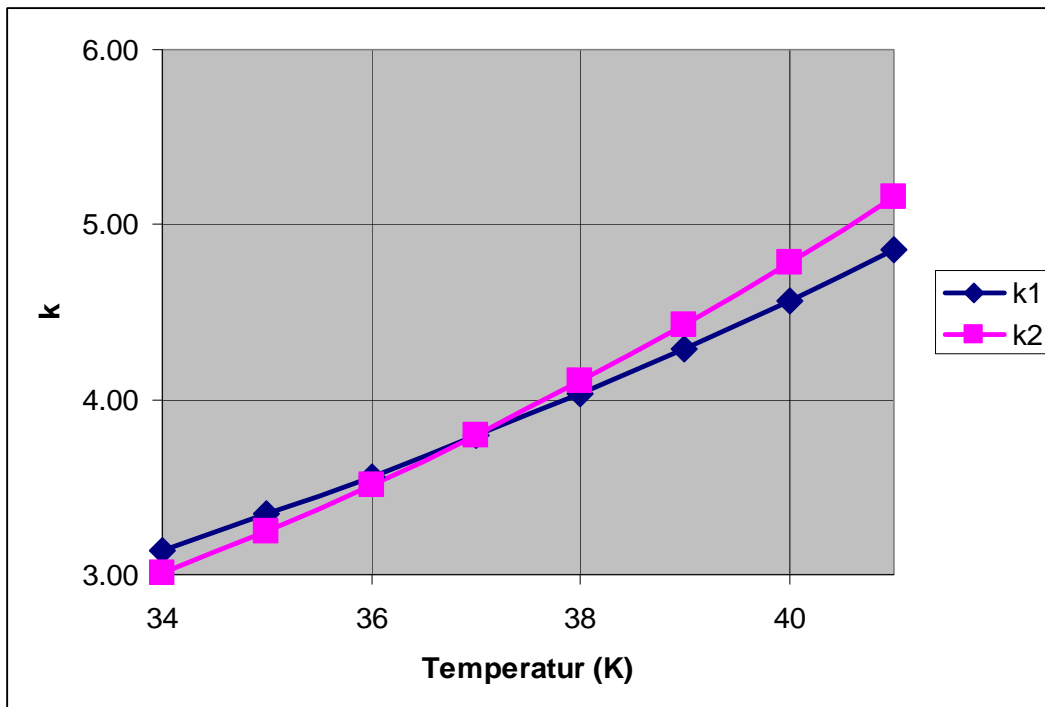
$$\frac{A_1}{A_2} = \frac{e^{-\frac{E_{a2}}{R \cdot T}}}{e^{-\frac{E_{a1}}{R \cdot T}}}$$

$$\ln\left(\frac{A_1}{A_2}\right) = -\frac{E_{a2}}{R \cdot T} + \frac{E_{a1}}{R \cdot T}$$

$$E_{a2} = -R \cdot T \cdot \ln\left(\frac{A_1}{A_2}\right) + E_{a1}$$

$$E_{a2} = -8.3144 \cdot 310.15 \cdot \ln\left(\frac{10^9}{10^{11}}\right) + 50000$$

$$E_{a2} = 61870 \text{ J/mol}$$



Wenn die Temperatur von 37°C (310 K) auf 40°C (313 K), also um 3°C ansteigt, entspricht das auf der absoluten Temperaturskala einer Zunahme um 3/310, also um ca. 1 %. Wie unsere Grafik zeigt, ist hier die Zunahme jedoch 6 %, also um einen Faktor 6 grösser.

Eine grössere Geschwindigkeitszunahme zeigt diejenige der beiden Reaktionen, welche eine höhere Aktivierungsenergie und ein höherer Frequenzfaktor (Stossfaktor) aufweist.

3. Was bewirkt Fieber?

Durch eine Temperaturerhöhung werden im Körper werden nicht alle chemischen Reaktionen gleich stark beschleunigt. Bei der sehr grossen Anzahl von chemischen Reaktionen im Stoffwechsel müssen viele kleine Unterschiede zu grossen Auswirkungen führen. Es ist anzunehmen, dass die Evolution sich diese Eigenschaft für das Überleben zu Nutze gemacht hat. Die oft in diesem Zusammenhang diskutierten Hitzeschockproteine sind bei normalem Fieber nicht von Bedeutung, denn die Schwelle für eine Hitzeschockantwort liegt bei ungefähr 4 °C über der Normaltemperatur, also erst bei ca. 41 °C.

Interpretation

Es scheint so, als seien die Stoffwechselforgänge im Körper, welche für die Abwehr verantwortlich sind bei höheren Temperaturen, gegenüber den normalen chemischen Reaktionen bevorzugt.

Wenn man nun annimmt, dass hier auch mehr Enzyme produziert werden, dann hat schon eine kleine Zunahme grosse Auswirkungen, denn diese wirken nicht nur als Katalysatoren, sondern auch als Regler.

4. Folgerung

Biochemisch betrachtet ist Fieber als Temperaturerhöhung eine sinnvolle Antwort als Abwehrreaktion des Körpers. Es verwundert daher nicht, dass es vielen Fällen angezeigt ist diese Reaktion mit fiebersenkenden Mitteln (Antipyretika) zu unterdrücken, sie können die Krankheitsdauer sogar verlängern.