Aufgabe 1

Themenbereich: Nerven, Sinne und Verhalten

Vegetatives Nervensystem

Das Nervensystem ist ein Organsystem, das nur bei Mensch und Tier vorkommt. Es ermöglicht die Wahrnehmung und Verarbeitung von Reizen aus der Umgebung und dem Inneren des Körpers sowie die Reaktion auf Reize. Für die Funktion der inneren Organe ist dabei das vegetative Nervensystem von besonderer Bedeutung.

Abbildung aus urheberrechtlichen Gründen entfernt

Silverthorn, D.U.: Physiologie. München (Pearson Studium) 2009, S. 587.

a) Vergleichen Sie den Verlauf des Aktionspotenzials an einer Nervenzelle mit dem an einer Herzmuskelzelle (Abbildung 1 A). Erklären Sie anschließend den Verlauf des Aktionspotenzials an einer Herzmuskelzelle anhand von Material 1.

[13 BWE]

b) Erläutern Sie unter Einbeziehung von Material 2 die Funktion und die Bedeutung des vegetativen Nervensystems.

[9 BWE]

c) Erläutern Sie die Wirkung von Sarin und die Wirkung von Atropin auf die Vorgänge an der Synapse. Erklären Sie außerdem die Symptome bei einer Sarinvergiftung und die Symptome bei einer Atropinvergiftung. (Material 3 und 2)

[14 BWE]

d) Beurteilen Sie die Verwendung von Atropin als Gegenmittel bei einer Sarinvergiftung (Material 3).

[4 BWE]

Material 1

Aktionspotenziale lassen sich nicht nur an der Axonmembran von Nervenzellen, sondern auch an der Membran von Herzmuskelzellen durch einen überschwelligen Reiz auslösen. Während des Ruhepotenzials entspricht die Verteilung der Natrium- und der Kaliumionen an der Membran der Herzmuskelzellen den Verhältnissen an der Membran von Nervenzellen.

Abbildung aus urheberrechtlichen Gründen entfernt

Abb. 1:

A: Aktionspotenzial einer Herzmuskelzelle B: Ionenströme durch die Membran der Herzmuskelzelle während des Aktionspotenzials

Hinweise: Die Dicke der Pfeile entspricht der Stärke der Ionenströme.

Ca²⁺ sind Calciumionen.

Linder Biologie S II Abitur- und Klausurtrainer Neurobiologie. Braunschweig (Schroedel Verlag) 2009, (verändert).

Material 2

Abbildung aus urheberrechtlichen Gründen entfernt

Tab. 2: Wirkungen von Sympathicus und Parasympathicus auf innere Organe (Auswahl) Weber, Ulrich (Hrsg.): Handreichungen für den Unterricht Biologie, Oberstufe Gesamtband Neubearbeitung. Berlin (Cornelsen Verlag) 2009, S. 543 (verändert).



Abb. 3: Verhältnisse an der Synapse bei Anwesenheit von Sarin bzw. Atropin Feldermann, Dieter (Hrsg.): Linder Biologie Arbeitsbuch. Braunschweig (Bildungshaus Schulbuchverlage) 2005, S. 69 (verändert).

Sarin ist ein Nervengift, das auch als Kampfgas eingesetzt wird. Es kann über die Haut, mit der Nahrung und durch die Atmung in den Körper aufgenommen werden. Bei Vergiftungen mit Sarin kommt es u.a. zu einer Verringerung der Herzschlagfrequenz sowie zu Atemnot und Durchfall.

Atropin ist das Gift der Tollkirsche, einer Pflanzenart aus der Familie der Nachtschattengewächse. Bei Einnahme von Atropin kommt es u.a. zu einer Erhöhung der Herzschlagfrequenz, einer Erweiterung der Pupillen und der Bronchien.

Aufgabe 1

Erwartungshorizont und Bewertung nach Anforderungsbereichen

Erwarteter Inhalt		Bewertung		
		I	II	Ш
a)	Die Ausgangsspannung sowie der Spitzenwert der beiden Aktionspotenziale sind grundsätzlich gleich, das Herzmuskel-AP dauert jedoch mit 300 ms wesentlich länger als das Aktionspotenzial einer Nervenzelle. Beim AP der Nervenzelle gibt es keine Plateauphase, dafür aber eine Hyperpolarisation, die beim Herzmuskel-AP fehlt. Das Aktionspotenzial der Herzmuskelzelle beginnt mit der Öffnung spannungsabhängiger Natriumionenkanäle, durch welche Natriumionen entsprechend ihrem Konzentrationsgefälle und den Ladungsverhältnissen in die Muskelzelle einströmen. Durch diese Diffusion der Natriumionen kommt es zu einer Depolarisation, bei der die Membranspannung der Muskelzelle von ca. – 90 mV auf ca. + 35 mV ansteigt. Beim Erreichen des Spitzenwertes der Spannung schließen sich die Natriumionenkanäle wieder, gleichzeitig öffnen sich die spannungsgesteuerten Kaliumionenkanäle. Dem Konzentrationsgefälle und den Ladungsverhältnissen entsprechend diffundieren Kaliumionen nach außen, wodurch die Spannung zunächst bis auf ca. +20 mV abfällt. Jetzt öffnen sich lonenkanäle für Calciumionen, die in die Muskelzelle diffundieren und durch ihre positive Ladung dafür sorgen, dass das Aktionspotenzial in der Plateauphase rund 200 Millisekunden lang konstant bleibt. Gegen Ende der Plateauphase schließen sich die Calciumionenkanäle wieder, während die Diffusion der Kaliumionen aus der Muskelzelle heraus erneut zunimmt. Durch Diffusion von Kaliumionen kommt es zur Repolarisation, die Spannung kehrt zum Ruhepotenzial zurück.	1	2	2
b)	Zum vegetativen Nervensystem gehören der Sympathicus und der Parasympathicus. Sie steuern die Aktivität der inneren Organe und können weitgehend nicht willentlich kontrolliert werden. Beide beeinflussen häufig dasselbe Organ und wirken dann als Gegenspieler. So kommt es z.B. unter Einfluss des Sympathicus zu einer Erhöhung der Herzschlagfrequenz. Umgekehrt bewirkt die Aktivität des Parasympathicus eine Verringerung der Herzschlagfrequenz. Dabei ist der Sympathicus eher in Situationen aktiv, die eine schnelle körperliche Reaktion erfordern, während der Parasympathicus in Phasen der Ruhe und Erholung aktiv wird. So werden die Verdauungsorgane in Phasen körperlicher Aktivität durch den Sympathicus gehemmt, da sie in dieser Situation nur unnötig Energie verbrauchen würden. Gleichzeitig wird der Körper durch die Weitung der Bronchien und die Erhöhung von Atem- und Herzschlagfrequenz sowie des Herzschlagvolumens besser mit Sauerstoff versorgt. Umgekehrt wird in Zeiten der Ruhe über die Aktivität des Parasympathicus die Tätigkeit von Magen und Darm angeregt, während Herzschlag- und Atemfrequenz verringert werden. Auf diese Weise werden die Leistungen der inneren Organe effektiv an wechselnde Erfordernisse angepasst.	Φ		
c)	Bei der Anwesenheit von Sarin an der Synapse steigt die Acetylcholinkon- zentration im synaptischen Spalt stark an und sinkt nicht wieder wie im Normalfall. Außerdem gibt es keine Spaltprodukte des Acetylcholins. Man kann daher vermuten, dass das Sarin die Spaltung des Acetylcholins durch das Enzym Acetylcholinesterase verhindert. Da so ständig Rezeptormolekü- le der postsynaptischen Membran durch Acetylcholinmoleküle besetzt wer-			

Erwarteter Inhalt		Bewertung		
		П	Ш	
den, bleiben die Natriumionenkanäle der postsynaptischen Membran geöffnet und es kommt durch permanenten Einstrom von Natriumionen zur Dauererregung an der postsynaptischen Membran. Bei Anwesenheit von Atropin an der Synapse ist die Konzentration von Acetylcholin und von Spaltprodukten des Acetylcholins normal, es kommt allerdings nicht zu einer Diffusion von Natriumionen durch die postsynaptische Membran. Man kann daher vermuten, dass das Atropin aufgrund einer ähnlichen Raumstruktur wie das Acetylcholin die Rezeptormoleküle der postsynaptischen Membran besetzt, ohne jedoch die Natriumionenkanäle zu öffnen. Da Sarin eine ständige Erregung an der postsynaptischen Membran bewirkt, lassen die Symptome der Sarinvergiftung auf eine Wirkung des Giftes auf den Parasympathicus schließen, denn dessen Einfluss verringert die Aktivität des Herzens und der Atmungsorgane und verursacht gleichzeitig durch die gesteigerte Aktivität der Darmmuskeln und der Sekretion den Durchfall. Da Atropin die Entstehung von Erregung an der postsynaptischen Membran verhindert, lassen die Symptome der Atropinvergiftung auf eine hemmende Wirkung des Giftes auf den Parasympathicus schließen. Durch das Überwiegen des Sympathicus kommt es dabei zur Steigerung der Herzfrequenz sowie zur Weitung von Pupillen und Bronchien.	1	8	1	
d) Atropin kann als Gegenmittel bei einer Sarinvergiftung verwendet werden, weil es mit den Acetylcholinmolekülen um eine Besetzung der Rezeptormoleküle der postsynaptischen Membran konkurrieren kann. Ist die Atropinkonzentration entsprechend hoch, so kann das Atropin das Acetylcholin von den Rezeptormolekülen verdrängen und so die Schließung der Natriumionenkanäle bewirken. Die Dauererregung kann so gemildert werden.		3	1	
Verteilung der insgesamt 40 Bewertungseinheiten auf die Anforderungsbereiche		20	4	

Quellenangaben

Feldermann, Dieter (Hrsg.): Linder Biologie Arbeitsbuch. Braunschweig (Bildungshaus Schulbuchverlage) 2005.

Linder Biologie S II Abitur- und Klausurtrainer Neurobiologie. Braunschweig (Schroedel Verlag) 2009.

Silverthorn, D.U.: Physiologie. München (Pearson Studium) 2009.

Weber, Ulrich (Hrsg.): Handreichungen für den Unterricht Biologie, Oberstufe Gesamtband Neubearbeitung. Berlin (Cornelsen Verlag) 2009.

http://www.gifte.de/B-%20und%20C-Waffen/sarin.htm

http://www.gifte.de/Giftpflanzen/atropa_bella-donna.htm