

Lachgas, geen onschuldige partydrug

Lachgas (N_2O) wordt door jongeren steeds vaker gebruikt als partydrug. Zij beschouwen het als een relatief onschadelijk middel dat je een lachkick bezorgt. Vwo-scholier Lia liep ernstige zenuwschade op door het gebruik van lachgas.

Bij lachgasgebruik wordt een ballon gevuld met het gas. Vervolgens wordt een paar keer in- en uitgeademd in de ballon. Hierdoor ontstaat een kortdurend vrolijk gevoel. Dit gevoel ontstaat waarschijnlijk doordat lachgas NMDA-receptoren in synapsen in de hersenen blokkeert. Er ontstaat ook duizeligheid door een tijdelijk zuurstofgebrek in de hersenen.

De NMDA-receptor is een ionkanaal dat geactiveerd wordt als glutaminezuur en glycine er tegelijk aan binden. Geactiveerde NMDA-receptoren veroorzaken excitatie van het postsynaptisch neuron.

- 2p **29** Bevindt de NMDA-receptor zich in het presynaptisch of in het postsynaptisch membraan? En voorkomt binding van N_2O depolarisatie, repolarisatie of hyperpolarisatie van het postsynaptisch neuron?

	plaats NMDA-receptor	binding van N_2O voorkomt
A	presynaptisch membraan	depolarisatie
B	presynaptisch membraan	repolarisatie
C	presynaptisch membraan	hyperpolarisatie
D	postsynaptisch membraan	depolarisatie
E	postsynaptisch membraan	repolarisatie
F	postsynaptisch membraan	hyperpolarisatie

N_2O werkt snel. Binnen een minuut is het effect op de hersenen merkbaar, maar dit effect is even snel alweer voorbij.

Enkele bloedvaten zijn:

- 1 aorta
- 2 halsader
- 3 halsslagader
- 4 longader
- 5 longslagader
- 6 onderste holle ader

- 1p **30** Door welke van deze bloedvaten gaat een N_2O -molecuul op de kortste route van de plaats van opname tot de plaats waar het effect heeft? Noteer de betreffende nummers in de juiste volgorde.

Doordat de lucht in de ballon geen zuurstof bevat, daalt tijdens het in- en uitademen in de ballon de pO_2 in de longen naar ongeveer 6 kPa. Bovendien stijgt het koolstofdioxidegehalte (pCO_2) in de longen.

- 2p 31 Welk gevolg heeft deze hogere pCO_2 voor het verloop van de zuurstofverzadigingscurve van hemoglobine? En neemt de hoeveelheid zuurstof die wordt gebonden door hemoglobine in de longhaarvaten hierdoor af of toe?

curve verschuift naar	hoeveelheid zuurstof die wordt gebonden door hemoglobine in de longhaarvaten
A links	neemt af
B links	neemt toe
C rechts	neemt af
D rechts	neemt toe

Lia gebruikte lachgas gelukkig nooit samen met alcohol. De combinatie van lachgas en alcohol kan namelijk leiden tot een levensgevaarlijke onderdrukking van de ademreflex. Alcohol onderdrukt het ademcentrum en lachgas onderdrukt de respons van de betrokken chemoreceptoren.

- 2p 32 Waar bevindt zich het ademcentrum? En in welke bloedvaten bevinden zich de chemoreceptoren die bij de ademreflex betrokken zijn?

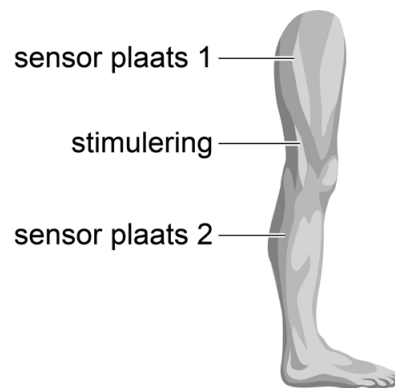
ademcentrum in de	chemoreceptoren in de
A hersenschors	aorta en halsslagaders
B hersenschors	bovenste holle ader en halsaders
C hersenschors	longaders
D hersenstam	aorta en halsslagaders
E hersenstam	bovenste holle ader en halsaders
F hersenstam	longaders

Het is niet altijd meteen duidelijk dat zenuwschade het gevolg kan zijn van lachgasgebruik. Lia kreeg minder gevoel in haar benen en ze kreeg moeite met lopen. Toen ze met deze klachten bij haar huisarts kwam, verwees die haar door naar een neuroloog. De neuroloog onderzocht haar beenreflexen en vermoedde een probleem in de impulsgeleiding als gevolg van aantasting van de myelineschedes. Lia vertelde niet over haar lachgasgebruik.

- 1p **33** In welk deel van het zenuwstelsel bevinden zich myelineschedes?
- A alleen in het centraal zenuwstelsel
 - B alleen in het perifere zenuwstelsel
 - C zowel in het centraal zenuwstelsel als in het perifere zenuwstelsel

De neuroloog testte de geleiding van de zenuwen in het been door op een bepaalde plaats de zenuw te stimuleren en met sensoren te meten wanneer de opgewekte impuls op een andere plaats aankomt. In afbeelding 1 zijn de plaatsen van de twee sensoren en de plaats van stimulering aangegeven.

afbeelding 1

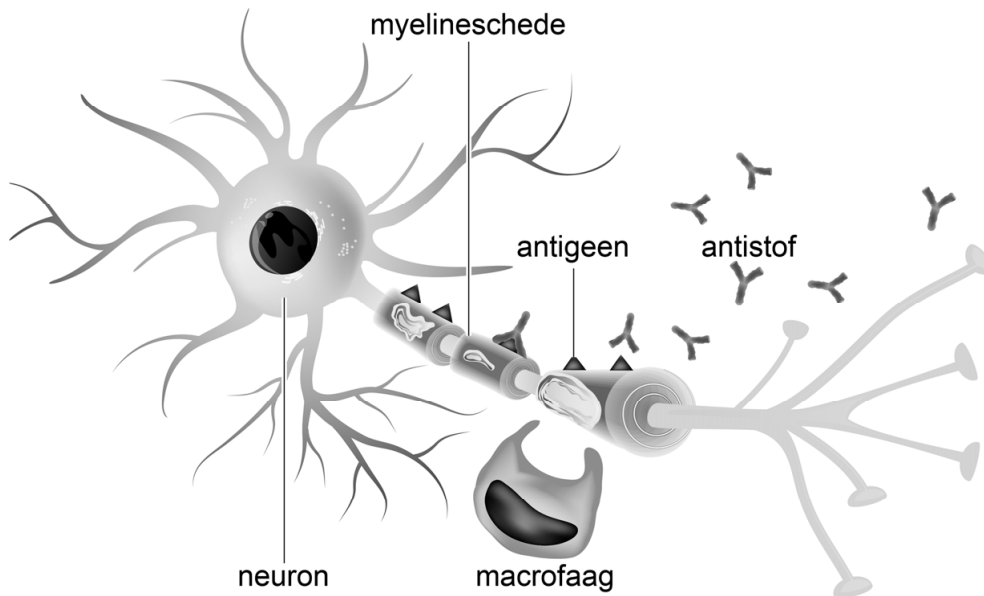


Uit de metingen bleek dat bij Lia de impulsgeleiding was verstoord. De impulsen komen bij Lia later aan dan bij iemand bij wie de myelineschedes wel goed functioneren.

- 1p **34** Verklaar waardoor de impulsen bij Lia niet even snel aankomen als bij een gezond persoon.

Op basis van de verstoorde impulsgeleiding en bloedonderzoek vermoedde de neuroloog bij Lia het syndroom van Guillain-Barré, een auto-immuunreactie tegen myeline. Bij deze ontstekingsreactie worden antistoffen gevormd die leiden tot de afbraak van de cellen van Schwann door macrofagen (afbeelding 2).

afbeelding 2



- 2p 35 Leg uit hoe antistoffen en macrofagen veroorzaken dat de cellen van Schwann vernietigd worden.

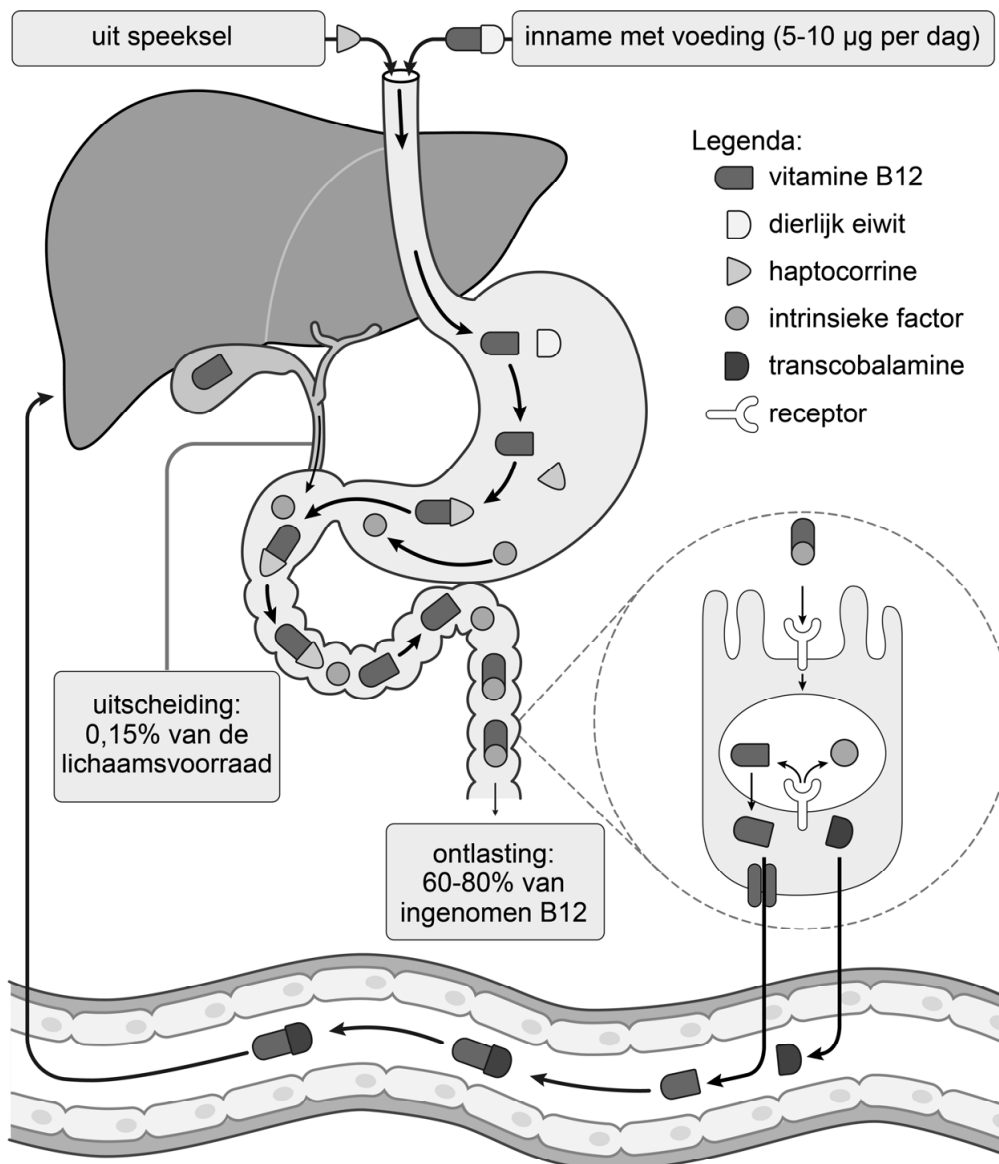
Om de ontstekingsreactie te remmen, werd Lia gedurende vijf dagen behandeld met intraveneus immuunglobuline (IVIg). Deze behandeling remt de productie van cytokine IL-2 door T-helpercellen. Cytokine IL-2 heeft een stimulerend effect op onder andere T-helpercellen zelf.

- 1p 36 Welk proces wordt verhinderd door de IVIg-behandeling?
- A antigeenpresentatie door T-helpercellen
 - B antistofproductie door T-helpercellen
 - C kloneren en differentiëren van T-helpercellen

Na doorvragen van de neuroloog biechtte Lia op dat zij in de weken voorafgaand aan haar klachten regelmatig lachgas had gebruikt. Lachgasgebruik was een zeer plausibele verklaring voor haar klachten, omdat lachgas vitamine B12 inactieveert. Functioneel vitamine B12 is onmisbaar voor de vorming van myeline in de cellen van Schwann.

Afbeelding 3 laat op vereenvoudigde wijze zien hoe vitamine B12 uit de voeding via enkele omzettingen terecht kan komen in het bloed.

afbeelding 3



Bij opname van vitamine B12 zijn drie verschillende eiwitten betrokken: haptocorrine, intrinsieke factor en dierlijk eiwit uit de voeding. Elk van deze eiwitten heeft bepaalde eigenschappen die dat eiwit geschikt maken voor zijn rol in de vitamine-B12-opname.

Enkele eigenschappen van drie betrokken eiwitten zijn:

- 1 wordt alleen afgebroken door proteasen (eiwitsplitsende enzymen) uit de alvleesklier
- 2 wordt afgebroken door proteasen uit de maag en de alvleesklier
- 3 is bestand tegen proteasen uit de maag en de alvleesklier

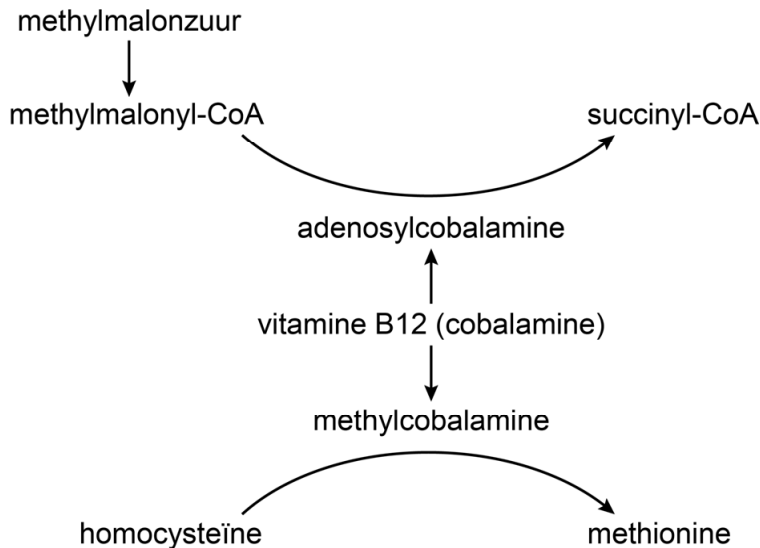
1p 37 Schrijf de nummers 1, 2 en 3 onder elkaar en noteer erachter of de betreffende eigenschap een eigenschap is van haptocorrine, van intrinsieke factor of van dierlijk eiwit.

Let op: de laatste vragen van dit examen staan op de volgende pagina.

Een bloedonderzoek kan geen onderscheid maken tussen functioneel en niet-functioneel vitamine B12. Daarom wordt het tekort aan functioneel vitamine B12 indirect aangetoond.

In afbeelding 4 is te zien dat twee vormen van vitamine B12 als cofactor betrokken zijn bij bepaalde enzymatische omzettingen.

afbeelding 4



Het bloedonderzoek bij Lia toonde aan dat ze inderdaad een tekort had aan functioneel vitamine B12.

2p 38 Welke bloedwaarden van methylmalonzuur en homocysteïne wijzen op een tekort aan functioneel vitamine B12?

	concentratie methylmalonzuur	concentratie homocysteïne
A	verhoogd	verhoogd
B	verhoogd	verlaagd
C	verlaagd	verhoogd
D	verlaagd	verlaagd

Nadat Lia vitamine-B12-injecties kreeg, verdwenen de symptomen snel. Vitamine-B12 kan ook als pil worden ingenomen.

1p 39 Verklaar waarom een injectie met vitamine B12 te verkiezen is boven orale toediening van vitamine B12 via een pil.

Bronvermelding

Een opsomming van de in dit examen gebruikte bronnen, zoals teksten en afbeeldingen, is te vinden in het bij dit examen behorende correctievoorschrift, dat na afloop van het examen wordt gepubliceerd.