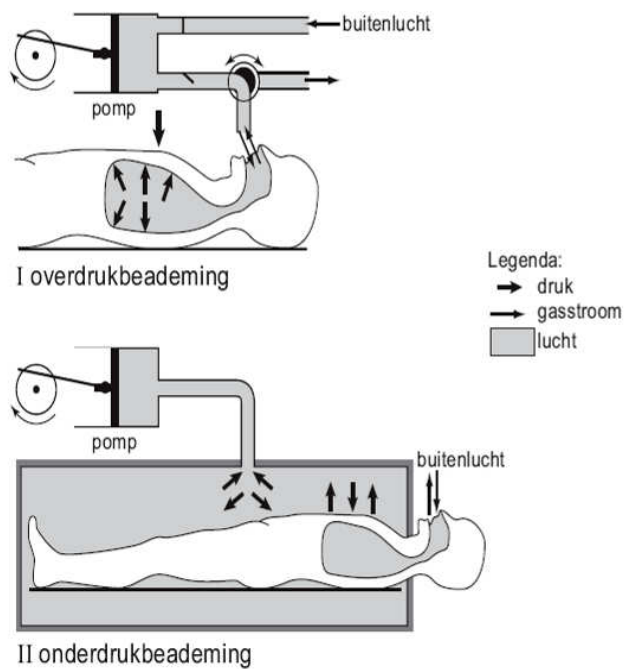


vwo – gaswisseling en ademhaling 2010

Machinale kunstmatige beademing

Machinale kunstmatige beademing wordt toegepast als een patiënt, bijvoorbeeld tijdens of na narcose, niet zelf kan ademen.

De principes van twee vormen van machinale beademing zijn in onderstaande afbeelding weergegeven: bij I de overdrukbeademing en bij II de onderdrukbeademing.



bewerkt naar: S. Silberagl en A. Despopoulos, Sesam, Atlas van de Fysiologie, Baarn, 2001, 111

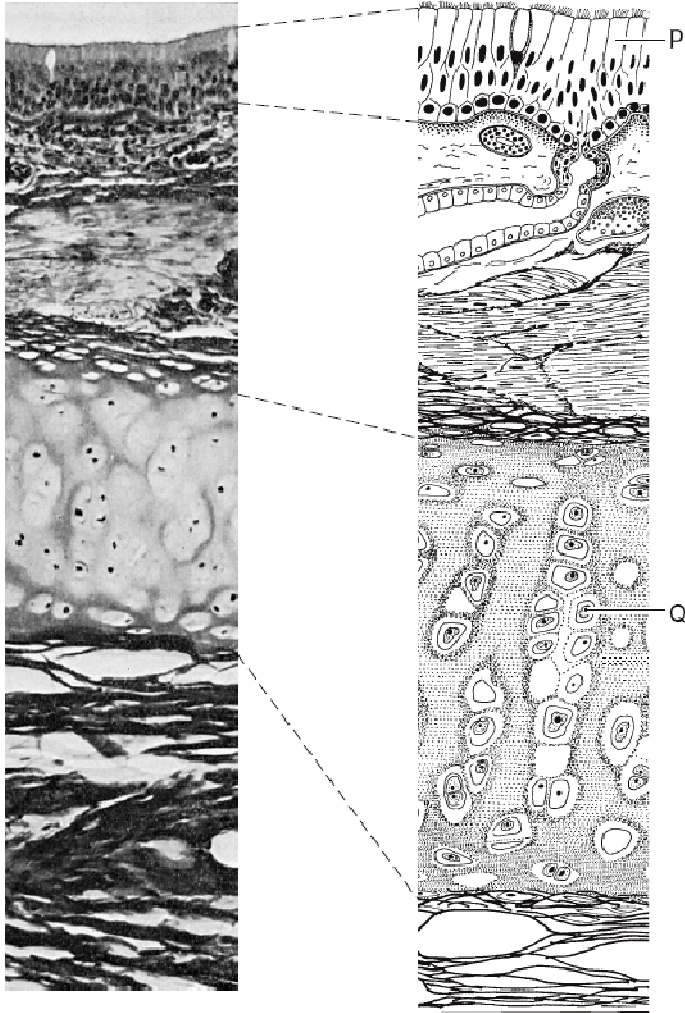
Bij de machinale overdrukbeademing ademt de patiënt door een korte buis die verbonden is met het beademingsapparaat.

1p **1** Waarom moet de buis waardoor de patiënt ademt niet te lang zijn?

2p **2** Leg uit welk type beademing het meest de natuurlijke ademhaling benadert.

Luchtpijp

In onderstaande afbeelding is een doorsnede van de wand van de luchtpijp van de mens weergegeven. Drie delen van de wand zijn ernaast uitgetekend.



bron: W.H. Freeman en D. Bracegirdle, *An atlas of Histology*, London, 1987, 98-99

2p 3

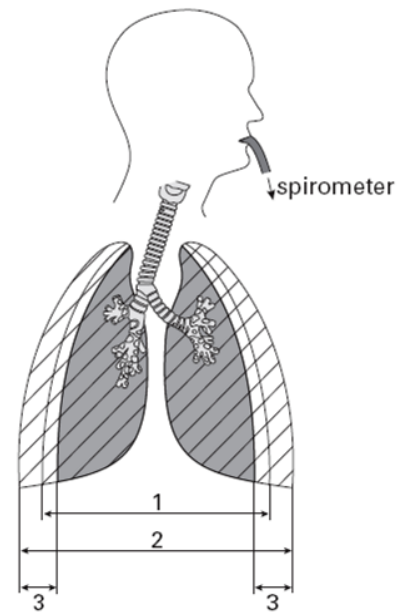
Twee weefseltypen zijn met de letters P en Q aangegeven.

- Geef van elk van deze twee weefseltypen de naam.
- Geef kort aan welke functie elk weefseltype heeft in de luchtpijp of voor de luchtpijp zelf.

Ademhaling

Gedurende de ademhaling verandert de druk in de longen. Bij inademing is de druk in de longen lager dan de atmosferische druk. Bij uitademing is de druk in de longen hoger dan de atmosferische druk. Gedurende de adembewegingen verandert ook het volume van de gassen in de longen (zie afbeelding hiernaast). Het longvolume kan worden gemeten met een spirometer.

In de tabel zijn definities van longvolumes en longcapaciteiten weergegeven.



Legenda:

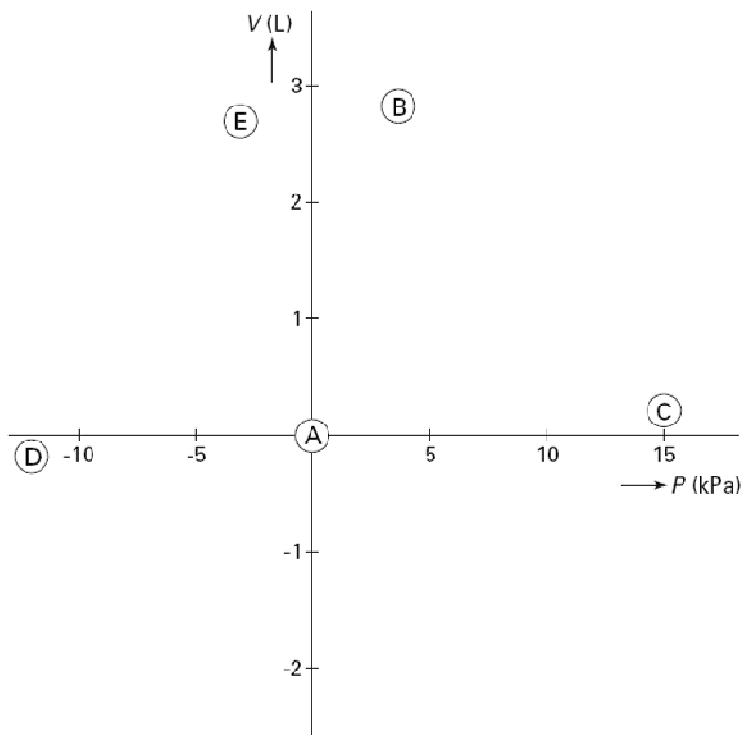
- longen bij minimaal volume
- longen bij maximaal volume

bewerkt naar: Sesam - Atlas van de Fysiologie, Baarn, 1981, 75

longvolume of longcapaciteit	definitie
<i>ademvolume</i> (V_T)	het volume in- of uitgeademde lucht (per ademhaling)
<i>inspiratoir reservevolume</i> (<i>IRV</i>)	het volume lucht dat na een normale inademing nog extra, maximaal kan worden ingeademd
<i>expiratoir reservevolume</i> (<i>ERV</i>)	het volume lucht dat na een normale uitademing nog extra, maximaal kan worden uitgeademd
<i>restvolume</i> (<i>RV</i>)	het volume lucht dat na maximale uitademing achterblijft in de longen
<i>totale longcapaciteit</i> (<i>TLC</i>)	het volume lucht dat zich na maximale inademing in de longen bevindt
<i>vitale capaciteit</i> (<i>VC</i>)	het volume lucht dat na maximale uitademing vervolgens maximaal ingeademd kan worden
<i>inspiratoire capaciteit</i> (<i>IC</i>)	het volume lucht dat na een normale uitademing vervolgens maximaal ingeademd kan worden
<i>functionele residuale capaciteit</i> (<i>FRC</i>)	het volume lucht in de longen na een normale uitademing

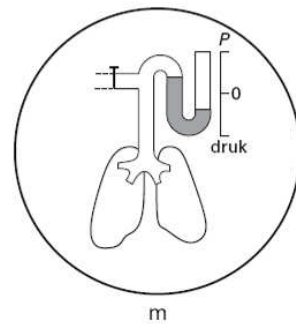
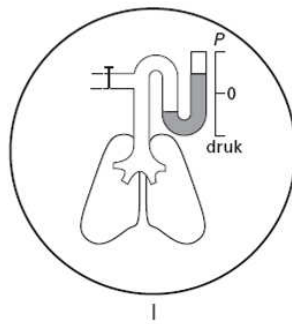
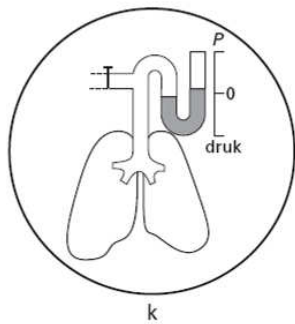
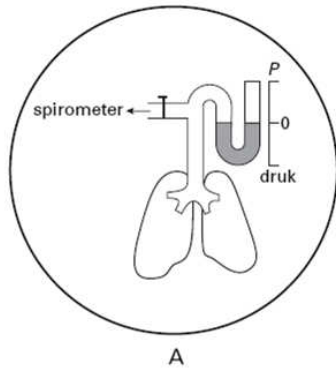
3p 4 In de afbeelding zijn drie longvolumes aangegeven met de cijfers 1, 2 en 3. Schrijf de nummers 1, 2 en 3 onder elkaar op je antwoordblad en geef bij elk van deze longvolumes de juiste naam. Gebruik de namen of de afkortingen van de namen uit tabel 2.

Met de spirometer wordt op verschillende momenten (B t/m E) het longvolume (V) bepaald, onder andere tijdens een normale adembeweging (een inademing gevolgd door een uitademing). Aan de spirometer is een manometer gekoppeld, waarmee bij elk van de volumes de bijbehorende druk (P) kan worden gemeten. De resultaten zijn uitgezet in het diagram van onderstaande afbeelding. De druk in de longen op het eind van een normale uitademing wordt op 0 gesteld en is gelijk aan de atmosferische druk. Het longvolume op het eind van een normale uitademing wordt eveneens op 0 gesteld. Dit moment is in het diagram aangegeven met A.



bewerkt naar: Sesam - Atlas van de Fysiologie, Baarn, 1981, 78-79

In de tekeningen van de afbeelding hieronder zijn de druk in de longen en de longvolumes op vier momenten weergegeven. In de eerste tekening is de uitgangssituatie (A) schematisch afgebeeld. De tekeningen k, l en m geven in willekeurige volgorde een longvolume met bijbehorende druk in de longen weer.



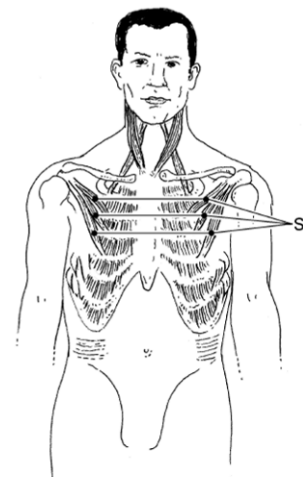
bewerkt naar: Sesam - Atlas van de Fysiologie, Baarn, 1981, 77

- 3p **5** Zet de letters van de tekeningen (k, l en m) onder elkaar op je antwoordblad en schrijf er het juiste moment (B, C, D of E) bij uit het diagram.
- 2p **6** Welk moment van de adembeweging wordt weergegeven met letter B in het diagram?
- A** het begin van de inademing
 - B** het eind van de inademing
 - C** het begin van de uitademing
 - D** het eind van de uitademing

Ademhaling

In de afbeelding hiernaast zijn spiergroepen weergegeven die bij de ademhaling zijn betrokken.

- 2p **7** Wordt de druk in de longen lager, blijft deze gelijk of wordt deze hoger wanneer de spieren die in de afbeelding met S zijn aangegeven, zich samentrekken?
- A** wordt lager
 - B** blijft gelijk
 - C** wordt hoger



De ademhalingsfrequentie wordt onder andere beïnvloed door het CO₂-gehalte van het bloed en door het autonome zenuwstelsel. Het autonome zenuwstelsel wordt verdeeld in een orthosympatisch en een parasympatisch deel.

Vier factoren die bij de mens de ademhalingsfrequentie beïnvloeden, zijn:

- 1 daling van het CO₂-gehalte van het bloed;
- 2 stijging van het CO₂-gehalte van het bloed;
- 3 stijging van de impulsfrequentie in het orthosympatische deel van het autonome zenuwstelsel;
- 4 stijging van de impulsfrequentie in het parasympatische deel van het autonome zenuwstelsel.

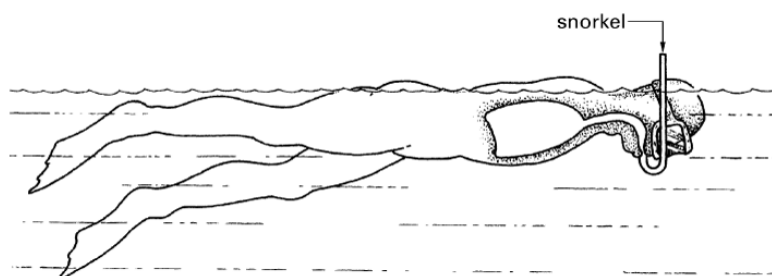
2p **8** Onder invloed van welke van deze factoren neemt de ademhalingsfrequentie toe?

Ademhaling

Het normale ademvolume, dat is de hoeveelheid lucht die iemand in rust in- en uitademt, bedraagt gemiddeld 5000 mL. Wanneer telkens 500 mL lucht wordt in- en uitgeademd, betekent dit niet dat de alveolaire lucht (= de lucht in de longblaasjes) werkelijk met 500 mL buitenlucht wordt verversed. Na een uitademing immers zijn de luchtwegen – de dode ruimte – met alveolaire lucht gevuld. Bij een volgende inademing keert eerst de lucht uit de dode ruimte in de longblaasjes terug, waarna de buitenlucht kan binnentreden. De werkelijke verversing van de alveolaire lucht, de alveolaire ventilatie, kan men berekenen als de inhoud van de dode ruimte bekend is. Deze is bij een man ongeveer 150 mL.

bewerkt naar: J.A. Bernards & L.N. Bouman, Fysiologie van de mens, Houten/Antwerpen, 1988, 466

Een man wil gaan snorkelen. Daarvoor gebruikt hij een zwembril en een snorkel (zie afbeelding hieronder).



Voor hij gaat snorkelen, worden verschillende gegevens van zijn ademhaling bepaald. Zijn ademvolume is 500 mL en de dode ruimte bedraagt 150 mL. De frequentie van zijn ademhaling is 25 per minuut.

In de tabel hieronder is de samenstelling van de door de man ingeademde en uitgeademde lucht weergegeven.

	ingeademde lucht (%)	uitgeademde lucht (%)
stikstof	78,62	74,50
zuurstof	20,84	15,70
koolstofdioxide	0,04	3,60
water	0,50	6,20

3p **9** Bereken hoeveel liter zuurstof per uur in het bloed van de man terechtkomt, als hij – voordat hij gaat snorkelen – ademt volgens bovenstaande gegevens. Rond je uitkomst af op hele liters.

De man snorkelt. Het volume van de lucht in de snorkel is 175 mL. Zijn ademvolume blijft 500 mL en de gegevens uit tabel 1 blijven gelden. De hoeveelheid zuurstof die in zijn bloed terechtkomt, is 30 L per uur.

2p **10** Hoe groot is zijn ademhalingsfrequentie per minuut tijdens het snorkelen?

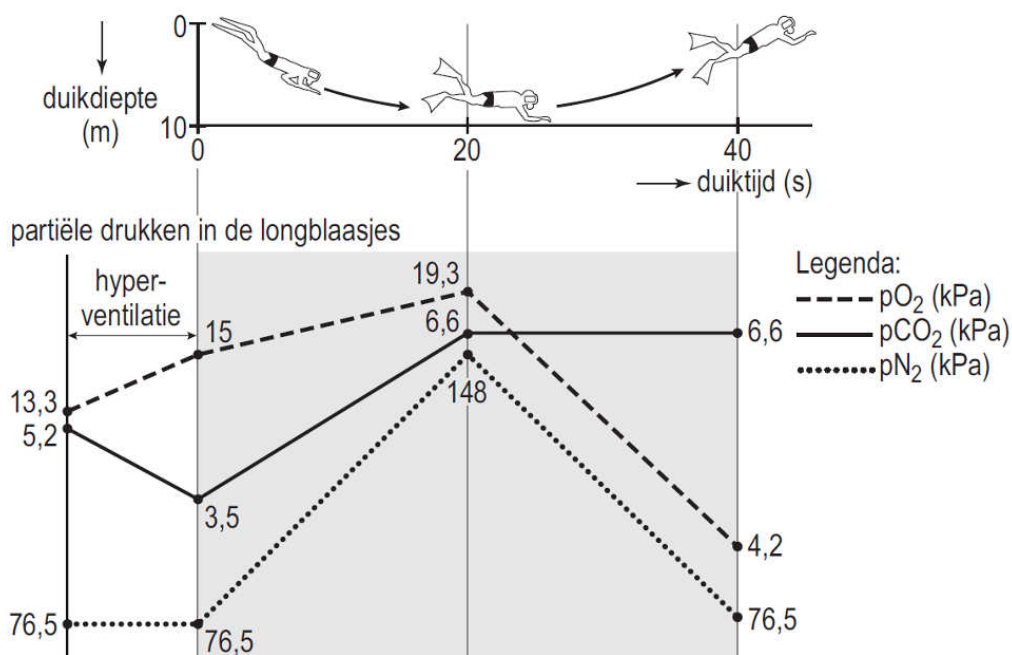
- A** 33
- B** 56
- C** 66
- D** 90
- E** 198

Duiken zonder hulpmiddelen

De verkoop van opgedoken parels of koralen is in een aantal tropische landen een belangrijke bron van inkomsten voor de plaatselijke bevolking. Bij het duiken wordt hier meestal géén gebruik gemaakt van hulpmiddelen zoals snorkels of zuurstofflessen.

Gemiddeld kan iemand die vóór de duik gedurende ongeveer 10 seconden diep in- en uitademt (hyperventilatie), vervolgens bij het duiken 40 seconden de adem inhouden en daarbij een diepte bereiken van ongeveer 10 meter.

In de afbeelding zijn de veranderingen van de pO_2 , pCO_2 en pN_2 in de longblaasjes weergegeven tijdens hyperventilatie en de daaropvolgende duik van 40 seconden.



bewerkt naar: S. Silbernagl en A. Despopoulos, Sesam Atlas van de fysiologie, Baarn, 2001, 135

- 2p **11** Geef een verklaring voor de stijging van de pO_2
- tijdens hyperventilatie vóór aanvang van de duik;
- gedurende de eerste 20 seconden van de duik.

- 2p **12** Leg uit waardoor een duiker na hyperventilatie langer de adem inhoudt dan normaal.

Om langer en dieper onder water te kunnen blijven, wordt de mogelijkheid van een snorkel met een extra lange adembuis overwogen. Door verlenging van de adembuis van een snorkel wordt echter de diffusiesnelheid ongunstig beïnvloed, zodat er onvoldoende zuurstof in het bloed wordt opgenomen.

De diffusiesnelheid V (hoeveelheid per tijdseenheid) is volgens de wet van Fick afhankelijk van de volgende factoren:

$$V = D \cdot F \cdot \frac{p_1 - p_2}{d}$$

Daarbij is D de diffusiecoëfficiënt, F het diffusie-oppervlak, $p_1 - p_2$ het verschil in partiële gasdruk en d de diffusieafstand

- 2p **13** Door welke van deze factoren wordt bij gebruik van een snorkel met extra lange adembuis de diffusiesnelheid verminderd?

- A** de diffusiecoëfficiënt D
- B** het diffusie-oppervlak F
- C** het drukverschil $p_1 - p_2$
- D** de diffusieafstand

Astma

Veel astmapatiënten zijn overgevoelig voor bepaalde antigenen die bij inademing in de bronchiën komen en daar een allergische reactie veroorzaken. Zo een astma-aanval wordt gekenmerkt door benauwdheid en kortademigheid, veroorzaakt door een krampachtig samentrekken van spieren in de wand van de bronchiën. De antigenen brengen in bepaalde cellen in de slijmlaag van de luchtwegen de productie van een antistof type Ig-E op gang. Deze antistof sensibiliseert in de wand van de bronchiën mestcellen, die reageren door bepaalde stoffen af te geven. Deze stoffen veroorzaken, onder andere via het zenuwstelsel, het optreden van spiercontracties in de wand van de luchtpijpvertakkingen.

Tijdens het roken van een sigaret zet teer zich af in de longblaasjes en de luchtwegen. De nicotine uit tabaksrook belemmert de trilhaarwerking in de luchtwegen.

- 2p **14** Leg aan de hand van deze twee gegevens uit dat roken astmatische verschijnselen verergert.
-

	<i>examen</i>	<i>vraag</i>
1	2005-2	31
2		32
3	2006-1	13
4	2004-2	28
5		29
6		30
7	2001-1	19
8		20
9	2001-2	21
10		22
11	2006-2	3
12		4
13		6
14	2007-1	35