

FACIT: MÄNNISKOKROPPEN – RESPIRATIONSSYSTEMET

1. Vilka huvuddelar ingår i människans respirationssystem?

Svar:

Övre luftvägar: De övre luftvägarna omfattar näshålan (*cavitas nasi*) och bihålorna (*sinus paranasales*), där inandningsluften filtreras, värms och fuktas. Slem och flimmerhår (cilier) fångar upp och transporterar bort partiklar och mikroorganismer. Munhålan (*cavitas oris*) fungerar som en alternativ luftväg, särskilt vid fysisk ansträngning eller nästäppa. Svalget (*pharynx*) är en gemensam passage för både luft och föda.

Nedre luftvägar: De nedre luftvägarna börjar med struphuvudet (*larynx*), som leder luften vidare och innehåller stämband som förhindrar att föda hamnar i luftvägarna. Därefter följer luftstrupen (*trachea*), som hålls öppen av broskringar och transporterar luften till lungorna. Luftstrupen delar sig i två huvudbronker (*bronchi*), en till varje lunga, vilka förgrenar sig i allt mindre bronker. Dessa övergår i bronkioler (*bronchioli*), som saknar brosk och leder luften vidare ut i lungvävnaden till alveolerna.

Lungor: Lungorna (*pulmones*) är elastiska organ som innehåller miljontals alveoler (lungblåsor). Det är i alveolerna som gasutbytet sker mellan luft och blod genom diffusion.

Andningsmuskulatur: Andningsmusklerna (*musculi respiratorii*) möjliggör ventilation genom att förändra bröstorgans volym. Den viktigaste muskeln är diafragman (*diaphragma*), som tillsammans med interkostalmusklerna styr in- och utandning.

2. Beskriv syrets väg från inandningsluften tills det når blodet.

Svar:

- Inandning genom näshåla (*cavitas nasi*) eller munhåla (*cavitas oris*):** Luften med syre (O_2) tas in genom näsan eller munnen. I näshålan (och i bihålorna) värms, fuktas och renas luften.
- Svalg (*pharynx*):** Luften passerar genom svalget, som är en gemensam passage för luft och mat.
- Struphuvud (*larynx*):** Luften fortsätter genom struphuvudet, där stämband finns. Struplocket (*epiglottis*) ser till att maten inte hamnar i luftvägarna.
- Luftstrupe (*trachea*):** Luften förs ner i luftstrupen som hålls öppet av broskringar.
- Bronker (*bronchi*):** Luftstrupen delar sig i två huvudbronker, en till varje lunga. Huvudbronker förgrenas sedan till mindre bronker till varje del av lungan.
- Bronkioler (*bronchioli*):** Bronkerna förgrenas inne i lungorna i allt mindre luftvägar som kallas bronkioler, vilka leder luften vidare till alveolerna där gasutbytet sker.

FACIT: MÄNNISKOKROPPEN – RESPIRATIONSSYSTEMET

7. **Alveoler/lungblåsor (*alveoli*):** Luften når till slut alveolerna, där gasutbytet sker. Syre diffunderar genom alveolernas vägg och kapillärernas vägg in i blodet. Syret binder till hemoglobin i röda blodkroppar och transporteras sedan till kroppens vävnader.

3. Förklara hur gasutbytet sker i alveolerna.

Svar:

Diffusion av gaser: I lungorna sker gasutbytet genom diffusion över det tunna alveolkapillärmembranet. Diffusion innebär att partiklar rör sig från ett område med hög koncentration (eller högt partialtryck) till ett område med lägre koncentration (eller lägre partialtryck). För gaser i biologiska system används ofta begreppet partialtryck istället för koncentration. Partialtryck är det tryck som en enskild gas i en gasbandning utövar.

Diffusion av syre: Syre (O_2) diffunderar från alveolerna till blodet eftersom partialtrycket för O_2 är högre i alveolerna än i kapillärerna. Syre binds till hemoglobin i röda blodkroppar och bildar oxyhemoglobin, vilket möjliggör effektiv syretransport i blodet.

Diffusion av koldioxid: Koldioxid (CO_2) diffunderar från blodet till alveolerna eftersom partialtrycket för CO_2 är högre i blodet än i alveolerna. CO_2 transporteras främst i form av bikarbonat (HCO_3^-) i plasma, men även bundet till hemoglobin som karbaminohemoglobin.

Fuktig yta som underlättar gasdiffusion: Gaser (O_2 och CO_2) kan bara diffundera effektivt om de är lösta i vätska. Alveolerna har därför ett tunt lager vätska som gör att syre först löses i vätskefilmen, och därefter diffunderar genom alveolväggen till blodet. Koldioxid diffunderar i motsatt riktning från blodet till alveolluften via samma vätskeskikt, där den avges vid utandning.

4. Vilka faktorer gör gasutbytet i alveolerna effektivt?

Svar:

- **Stor yta (många alveoler):** Lungorna innehåller miljontals alveoler (*alveoli*), vilket ger en mycket stor sammanlagd yta (ca 70 m^2). Den stora ytan möjliggör effektiv diffusion, där stora mängder syre kan tas upp samtidigt som koldioxid avges.
- **Kort diffusionssträcka (tunna väggar):** Alveolernas väggar består av ett mycket tunt epitel (ett enda lager epitelceller) och ligger i direkt kontakt med kapillärerna. Detta minimerar diffusionsavståndet och gör gasutbytet snabbt och effektivt.
- **Stor koncentrations-/partialtrycksgradient:** Skillnader i koncentration och partialtryck mellan alveolluft och blod driver diffusionen. Syre diffunderar från alveolerna till blodet, medan koldioxid diffunderar i motsatt riktning. Ventilation och blodflöde (perfusion) upprätthåller kontinuerligt denna gradient.
- **Rik blodförsörjning:** Alveolerna omges av ett mycket tätt kapillärnät (*vasa capillaria*), vilket säkerställer snabb transport av syre från alveolerna till blodet och kontinuerlig tillförsel av koldioxid till alveolerna för utandning.

FACIT: MÄNNISKOKROPPEN – RESPIRATIONSSYSTEMET

5. Förklara hur inandning och utandning sker samt vilka muskler som är inblandade.

Svar:

Inandning (inspiration):

1. Diafragma kontraherar och rör sig nedåt samtidigt som de yttre interkostalmusklerna lyfter revbenen.
2. Bröstkorgens volym ökar, vilket leder till att lungornas volym också ökar.
3. Trycket i lungorna sjunker under atmosfärstrycket.
4. Luft sugas därför in genom luftvägarna.

Utandning (expiration):

1. Vid utandning slappnar andningsmusklerna av. Diafragma slappnar av och rör sig uppåt. De yttre interkostalmusklerna slappnar av, vilket gör att revbenen sänks. Detta tillsammans minskar bröstkorgens volym. Vid forcerad utandning aktiveras de inre interkostalmusklerna samt bukmusklerna.
2. När bröstkorgens volym minskar minskar även lungornas volym.
3. Trycket i lungorna blir högre än atmosfärstrycket.
4. Luft pressas därför ut ur lungorna.

6. Hur regleras ventilationen i lungorna?

Svar:

Andningscentrum reglerar ventilationen:

- Ventilationen styrs automatiskt av andningscentrum som sitter i hjärnstammen (i *medulla oblongata* och *pons*).
- Målet är att hålla nivåerna av CO_2 , O_2 och pH i blodet stabila.

CO_2 är den viktigaste styrsignalen:

- Ventilationen styrs främst av CO_2 eftersom det bildas vid cellandning i mitokondrierna och påverkar blodets pH.
- När CO_2 ökar bildas mer vätejoner eftersom CO_2 reagerar med vatten i blodet och bildar kolsyra (H_2CO_3), som sedan dissocierar till vätejoner (H^+) och bikarbonat (HCO_3^-), vilket sänker pH.
- Lågt pH är skadligt eftersom många enzymer och biokemiska processer fungerar optimalt i ett mycket snävt pH-intervall.
- Förändringar i pH registreras snabbt av kemoreceptorer, vilket leder till ökad ventilation för att avlägsna CO_2 .

O_2 är en svagare signal:

- Syre (O_2) är en svagare signal eftersom nivåerna normalt hålls relativt stabila genom hemoglobinet's höga bindningskapacitet.
- Först vid kraftig syrebrist blir O_2 en viktig regulator för ventilationen.

FACIT: MÄNNISKOKROPPEN – RESPIRATIONSSYSTEMET

7. Förklara varför hyperventilering påverkar hur länge man kan hålla andan.

Svar:

Hyperventilering är en snabb och/eller djup andning som gör att man ventilerar ut mer koldioxid (CO_2) än kroppen producerar. Detta leder till att CO_2 -halten i blodet sjunker och att blodets pH ökar (blir mer basiskt). Genom att sänka CO_2 -nivån i blodet fördröjs kroppens andningsreflex, eftersom det främst är ökande CO_2 som triggar andningscentrum. Därför kan man uppleva att det går att hålla andan längre innan den starka andningsimpulsen kommer.