

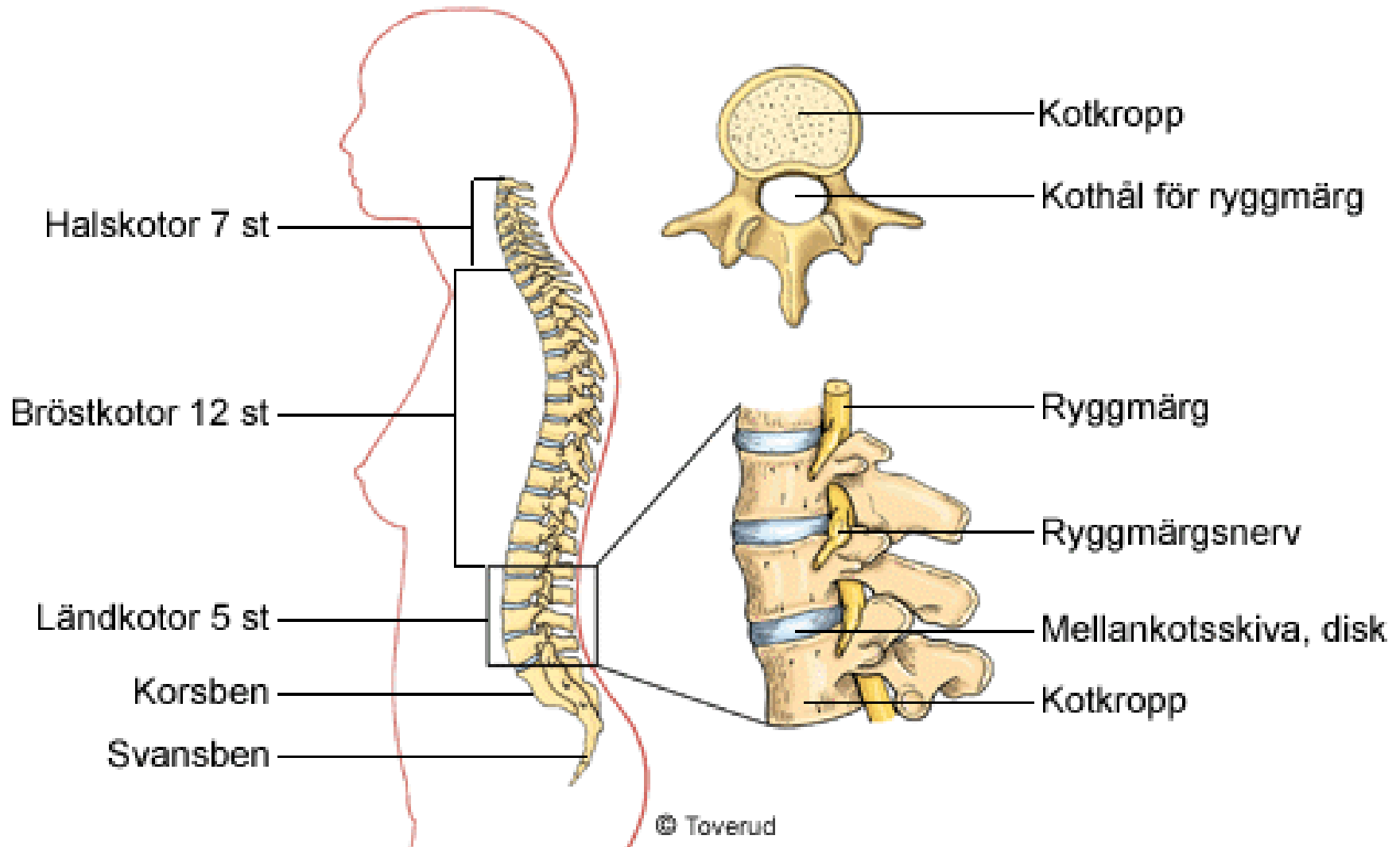
Introduktion till människokroppens funktion

Hans Örnhagen

Förbundsläkare Svenska sportdykarförbundet

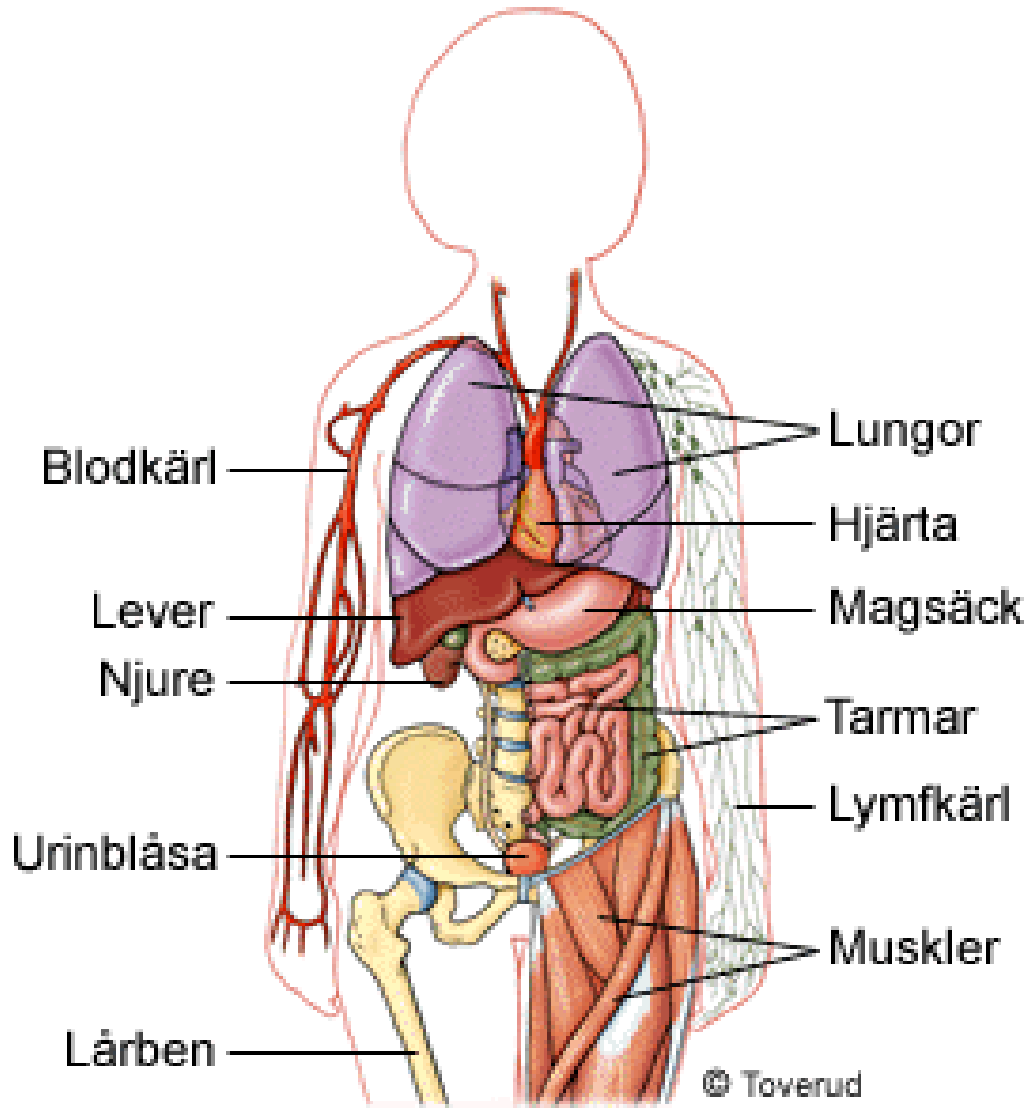


Ett skelett bär upp konstruktionen



© Toverud

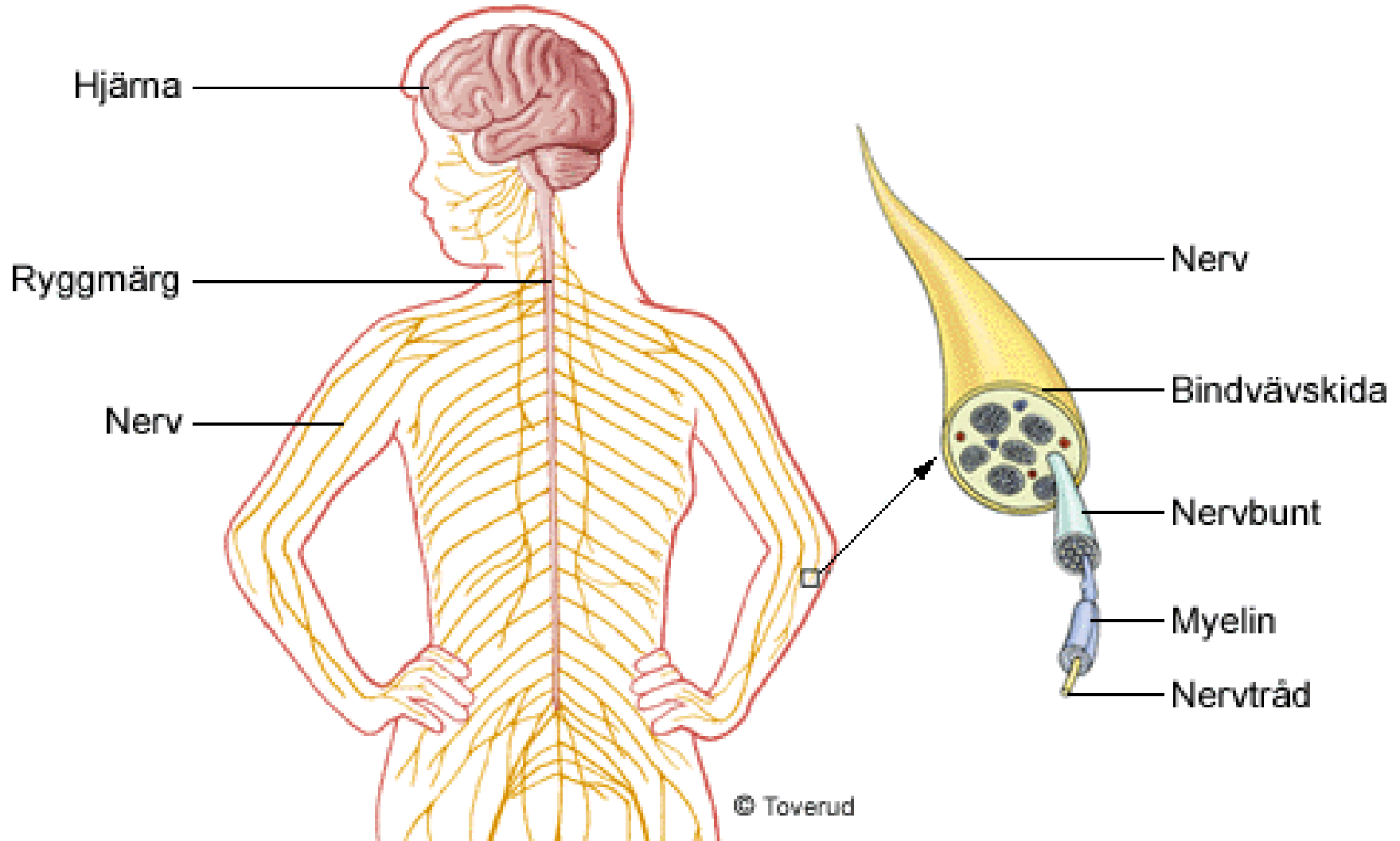




Alla livsviktiga organ finns i bålen och huvudet. Muskler i extremiteter medger rörlighet



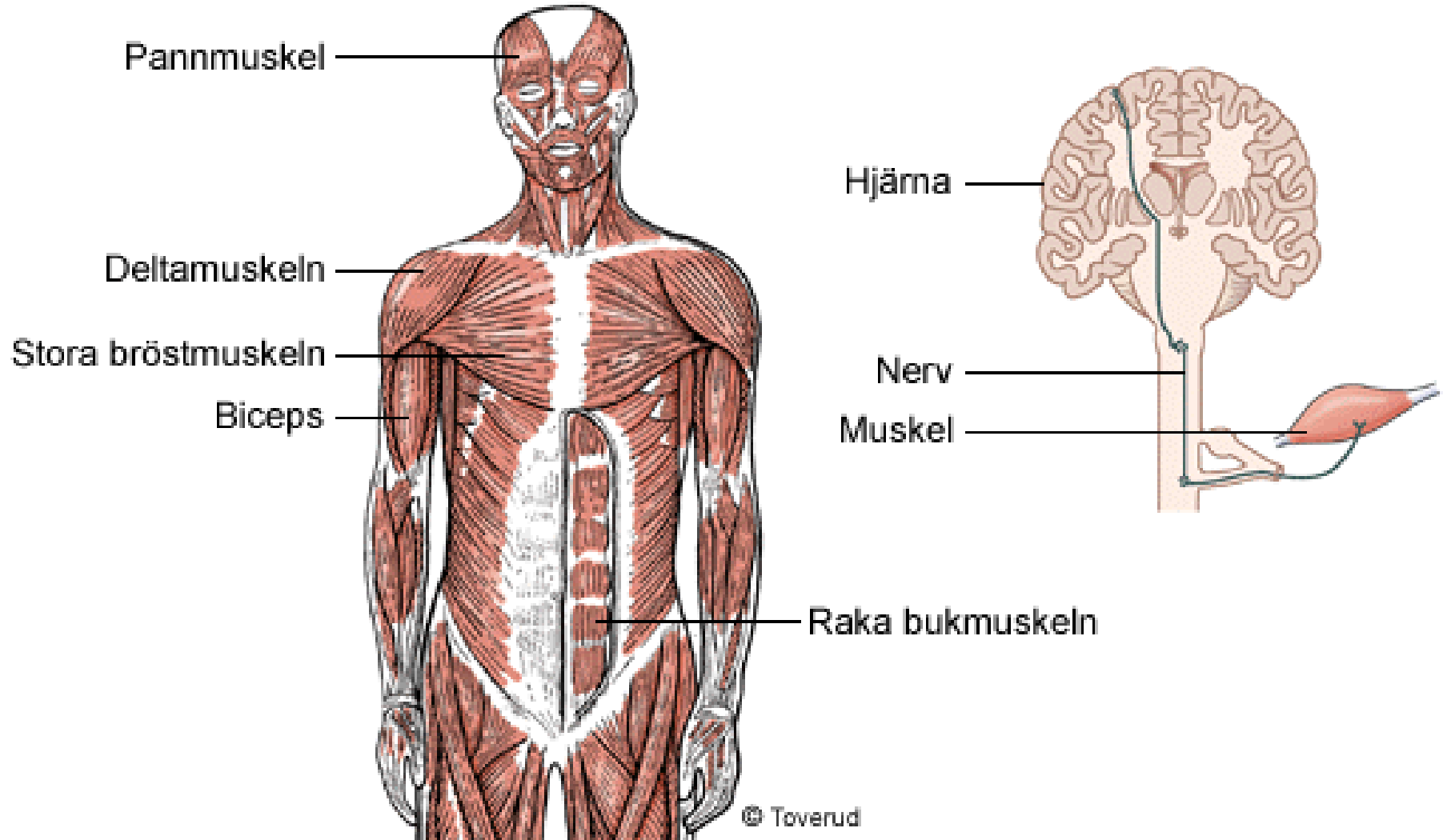
Nervsystemet styr och kontrollerar alla funktioner. Antingen medvetet eller autonomt (utan viljans inflytande)



© Toverud

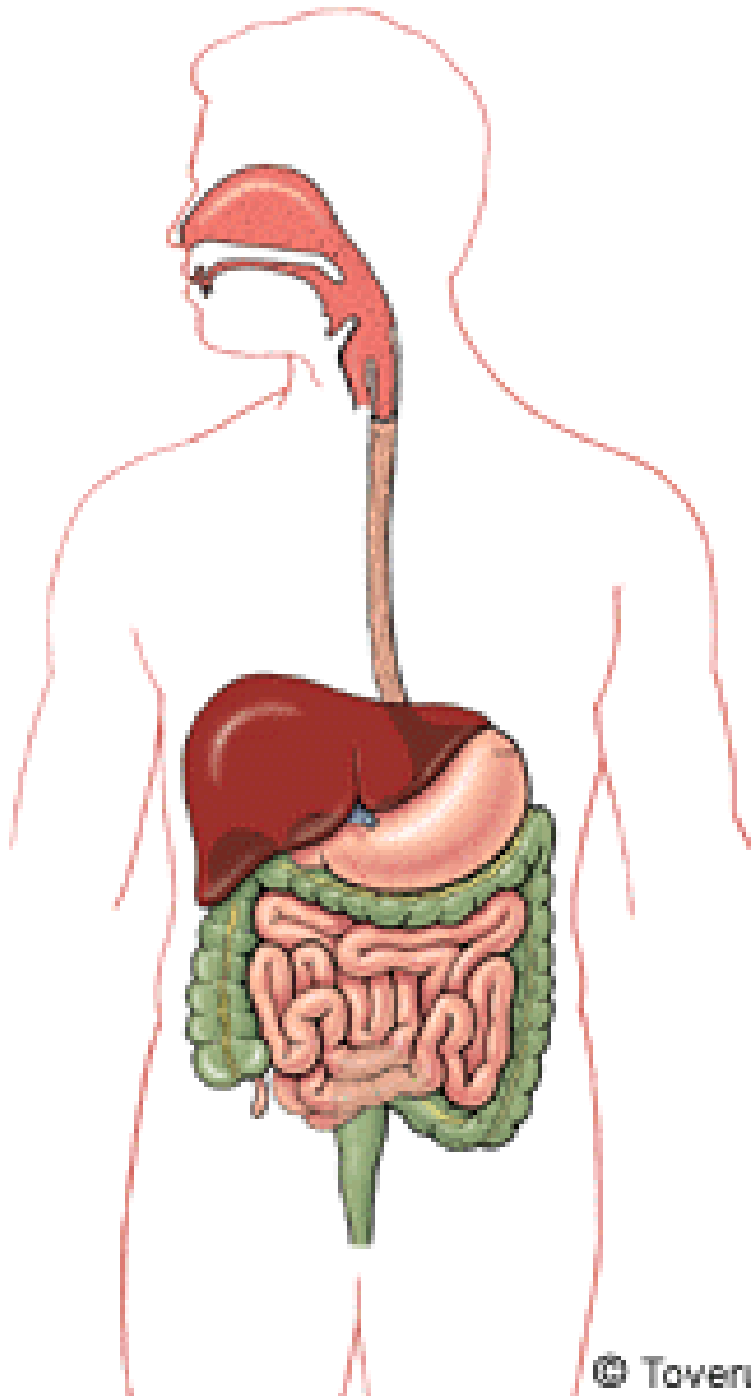


Thorax (bröstkorg) och bukhålan omsluts av en muskelkostym för att erbjuda stabilitet och andning.



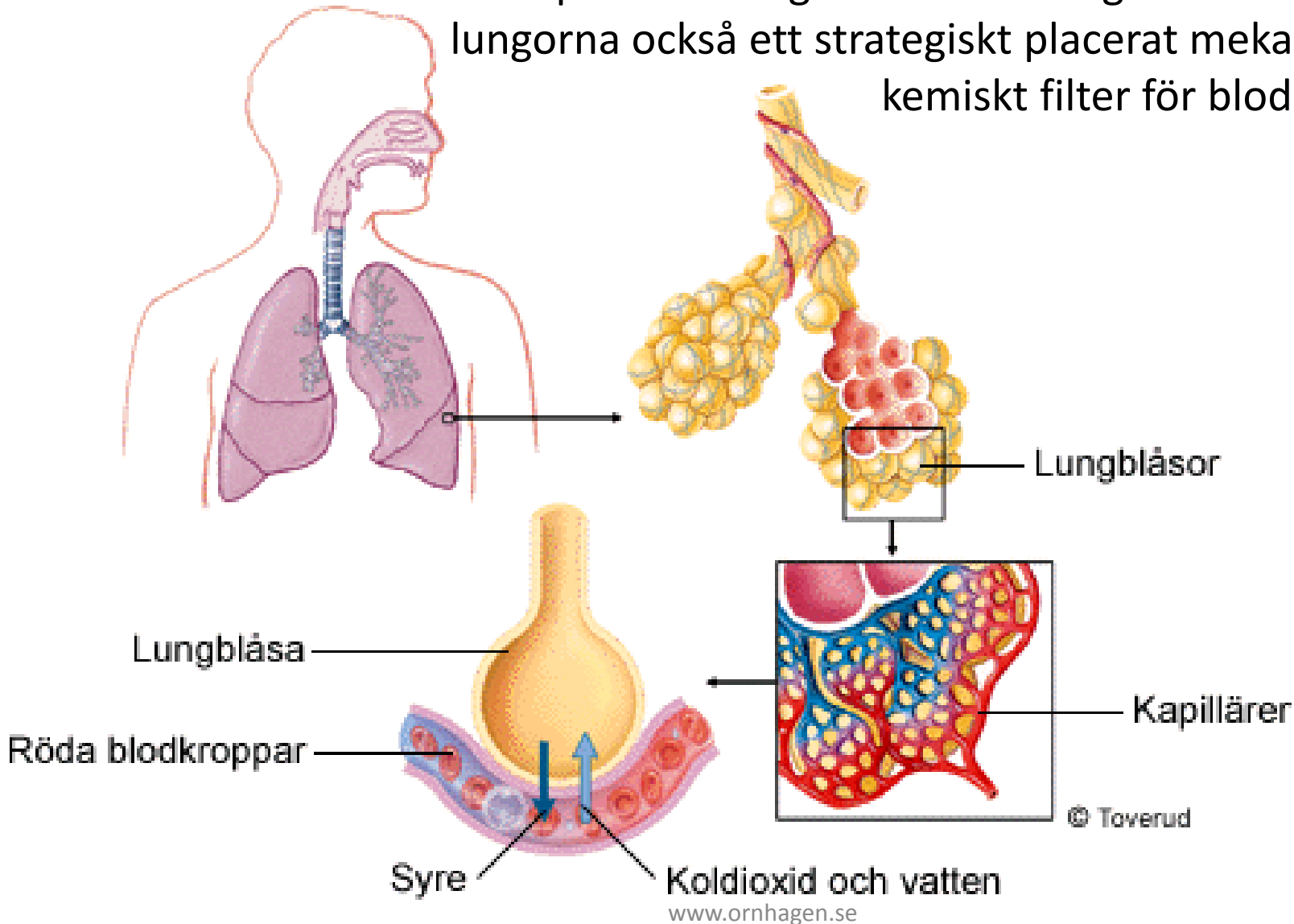
© Toverud





Mag-tarmkanalen ger oss
möjlighet att ta in föda.
Sönderdela den mekaniskt och
bryta ner den kemiskt med hjälp
av enzymer. I levern, som
samlar upp allt venblod från
tarmen, sker den mesta kemiska
efterbearbetningen . Fettet som
tas upp i tarmen går dock via
lymfan direkt till venblodet som
förs till hjärta och lungor.

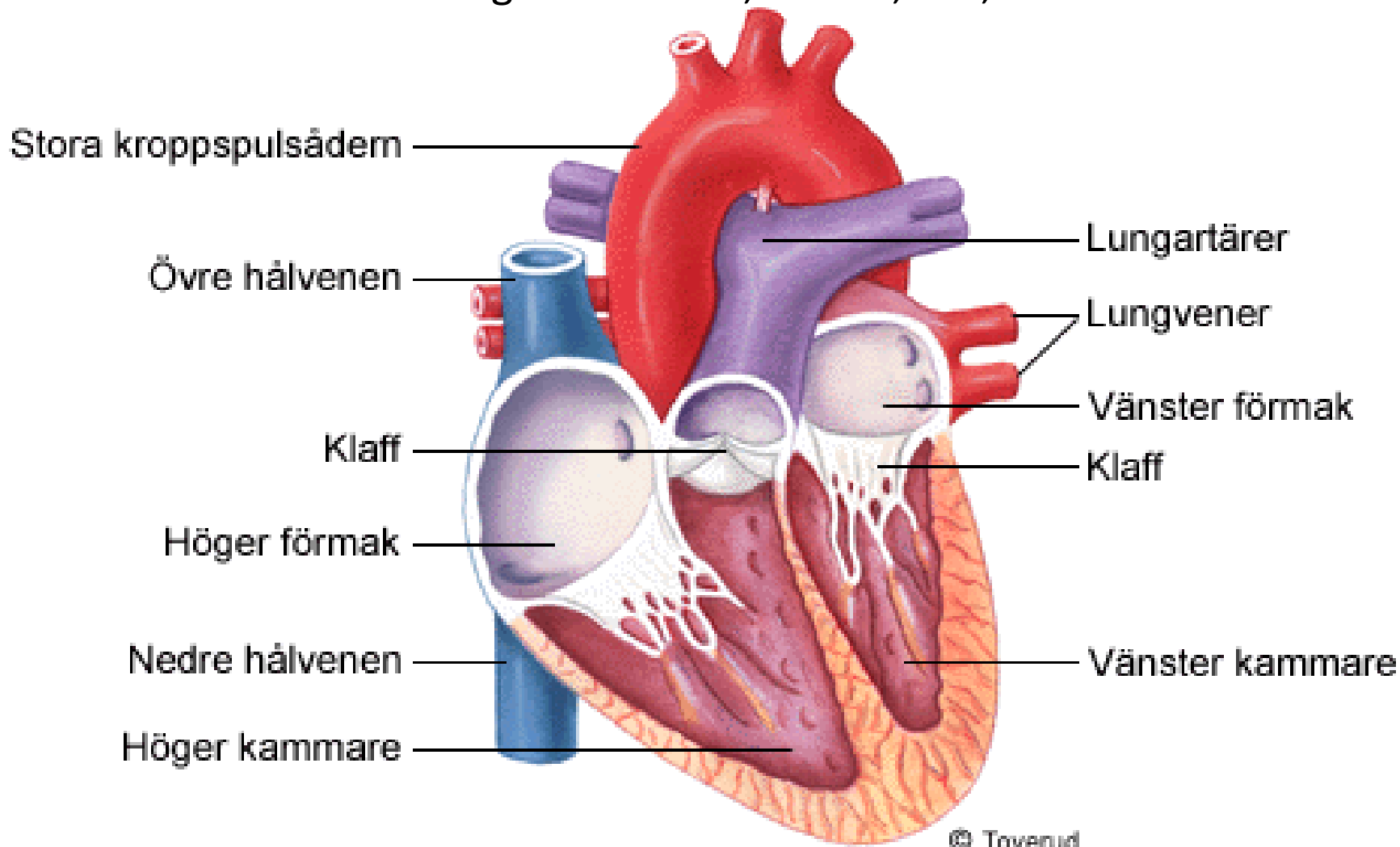
Genom lungorna tillförs oxygen för förbränning av föda och avskiljning av restprodukten koldioxid. Eftersom allt blod passerar lungorna innan det går ut i kroppen är lungorna också ett strategiskt placerat mekaniskt och kemiskt filter för blodet.



- Sensorer i hjärnan och på halsen känner av koldioxid- och oxygenhalten i artärblodet
- Blir koldioxidhalten högre än den skall vara ökar andningen. Snabb reglering, för anpassning till olika grader av fysiskt arbete.
- Blir oxygenhalten för låg ökar andningen. Långsam reglering för anpassning till olika miljöer vi befinner oss i.
- Muskler i lungkapillärer och små broncher (luftvägar) anpassar luft och blodflöde så att blodet går till de bäst ventilerade alveolerna och luften går till de bäst genomblödda alveolerna.
- Lungorna är också att filter där små blodkoagler och luftbubblor efter dykning fastnar och tas om hand.

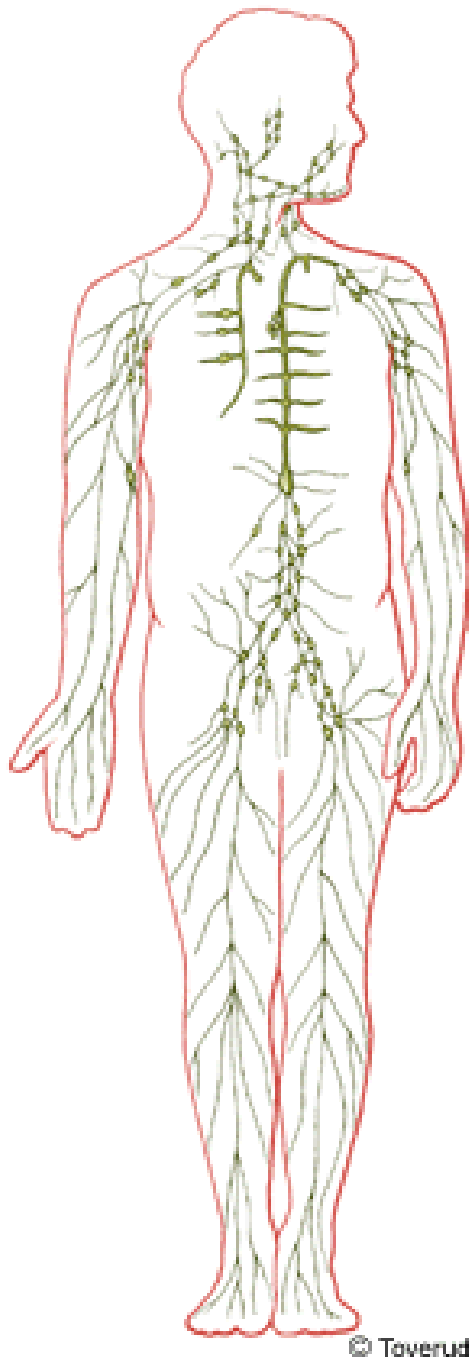


Hjärtat är pumpen i cirkulationssystemet. Hjärtat slår autonomt pga inbyggd pacemaker, men signaler från hjärnan anpassar hjärtats arbete till övriga funktioner, arbete, vila, sömn m.m.



- Hjärtat har en inbyggd rytm och frekvens
- Sensorer på halsen stället blodtrycket rätt genom att påverka hjärtats frekvens och slagvolym.
- Muskler i små kärl (kapillärer) anpassar blodflödet så att koldioxid och oxygen(syrgas) får rätt nivå i vävnaden. Lokal styrning.
- Muskler i lite större kärl (arterioli) kan minska blodflödet till vissa regioner. Central styrning från hjärnan via nerver.
- Sensorer i hjärtat kontrollerar så att blodvolymen är c:a 5,5 L. Signaler går till njurarna om volymen blir för stor. Blir den för liten blir vi törstiga.
- 75% av allt blod finns i venerna. Muskelspänningen i venväggarna och klaffar i venerna ser till så att "matningstrycket" för hjärtat ligger på rätt nivå.
- Försvinner tonus i venerna sjunker matningstrycket till hjärtat därmed även artärtrycket och vi svimmar. När vi faller omkull stiger matningstrycket och vi piggnar till.



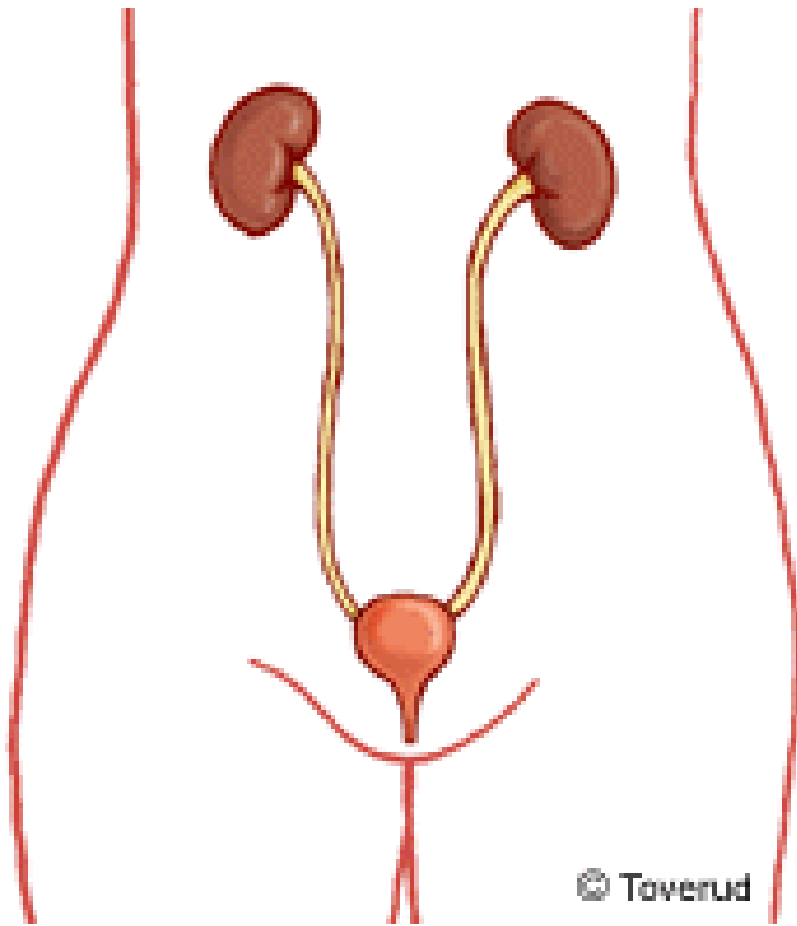


© Toverud

Vätskan som sipprar ut ur blodkärlen vid skador, svullnad och i det normala vätskeutbytet i hårkärlen förs tillbaka till blodkärlssystemet via lymfbanorna som tömmer sig i stora hålvenen nära hjärtat. Cirka 3 liter lymfa produceras i kroppen per dygn. Lymfan är rik på vita blodkroppar, men saknar nästan helt röda blodkroppar. Vid infektion kan stora mängder vita blodkroppar ansamlas i lymfknutorna som svullnar och blir ömma.

Områden där kroppen har kontakt med omvärlden är förekomst av lymfoid vävnad speciellt riklig, andningsvägar, mage och könsorgan.



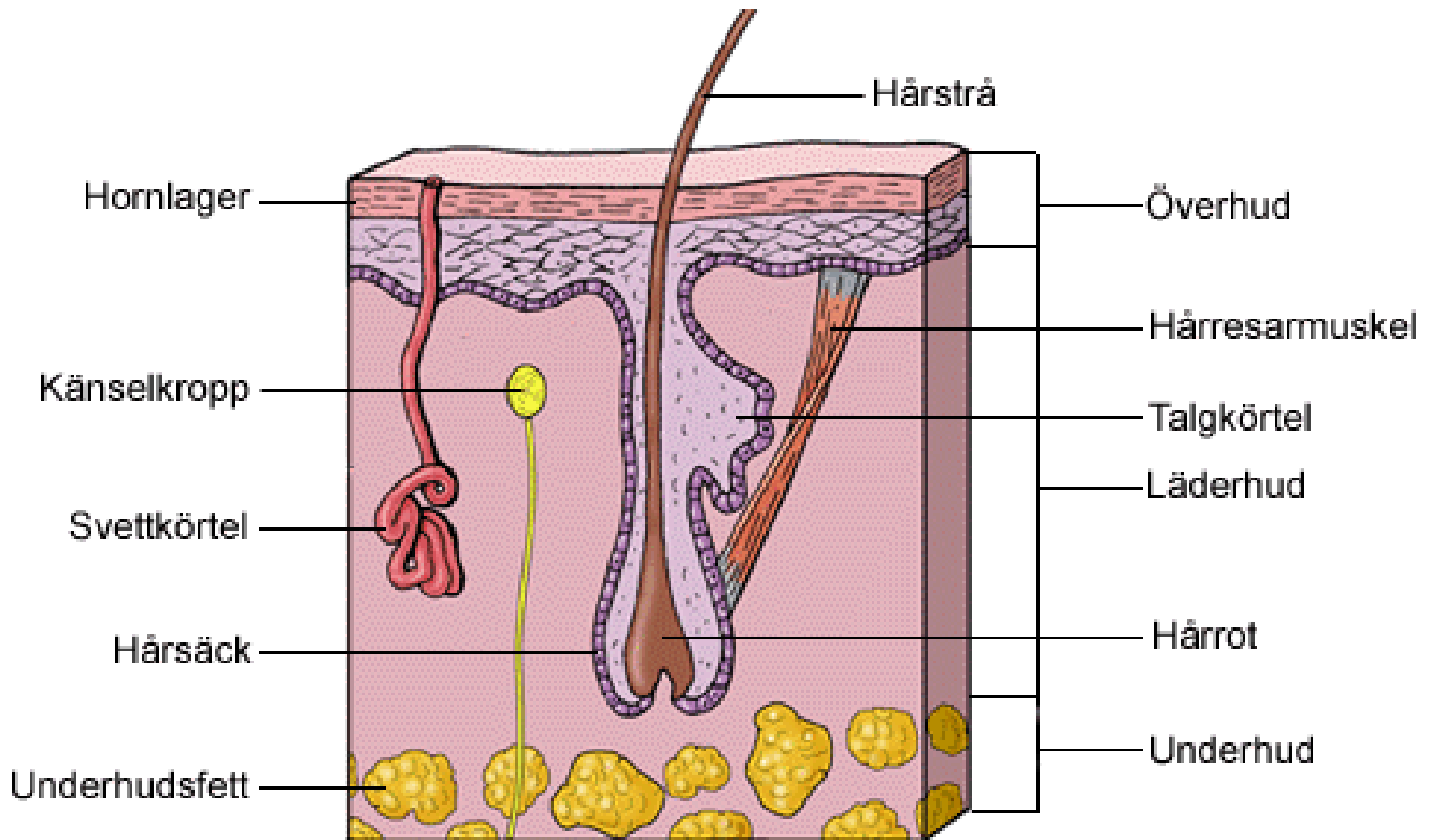


Njurarna, som i kroppsvila får nästan 25% av allt blod från hjärtat och avskiljer vattenlösliga slaggprodukter. Per dygn passerar 2000L blod. 150 L vätska filtreras bort varav 99% sedan återresorberas och 1- 1,5 L urin når blåsan.

Via hormoner (styrs substanser) i blodet, som i detta fall produceras i hjärtat, regleras blodvolymen i kroppen.

Bli urinen mörk har vi vanligen druckit för lite.





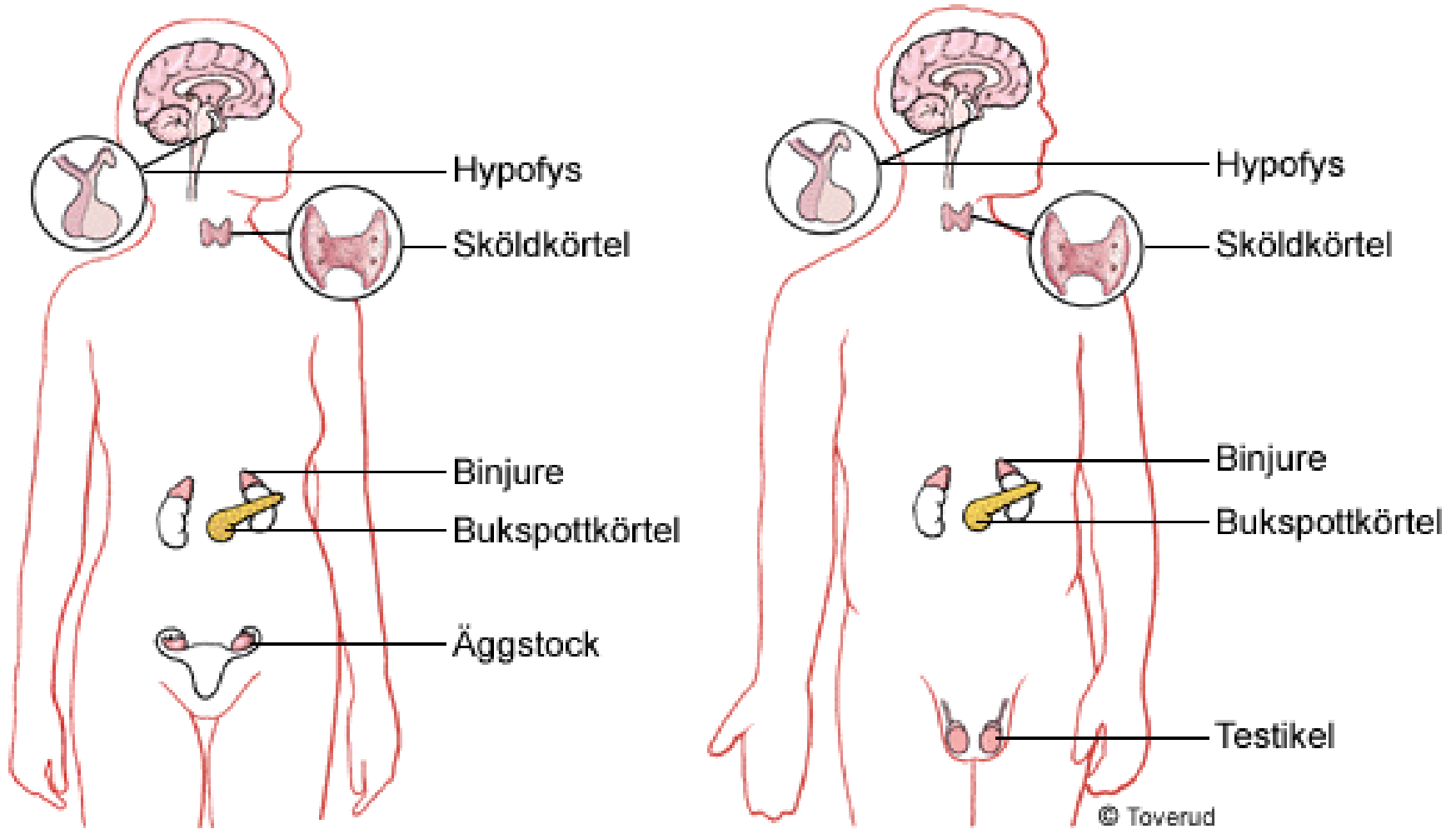
© Toverud

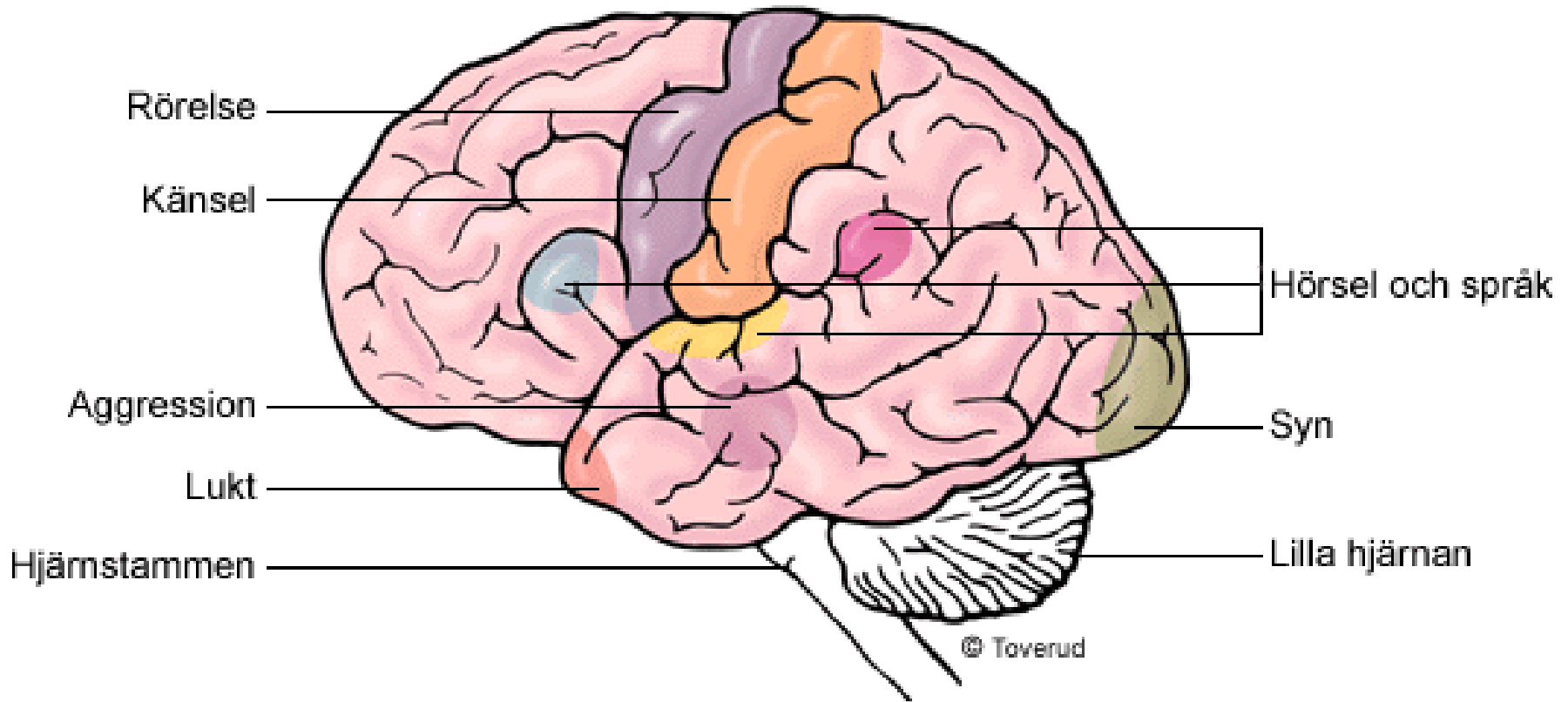


- Huden har en viktig funktion för att bibehålla rätt kroppstemperatur. "Datorn" sitter i botten på hjärnan och sensorerna i huden.
- Sjunker kroppstemperaturen så minskar blodflödet i huden och håren reses för att "pälsen" skall bli tjockare.
- Stiger temperaturen så ökar blodflödet och vi producerar svett som vid avdunstningen kyler kroppen.
- Områden som huvud, hals och bål har inte lika god kärlkontroll och måste därför skyddas i kyla för att energiförlusterna inte skall bli för stora.



Förutom nervsystemet så finns ett kemiskt styrsystem för kroppens funktioner i form av hormoner som förs med blodet till speciella receptorer på målceller.



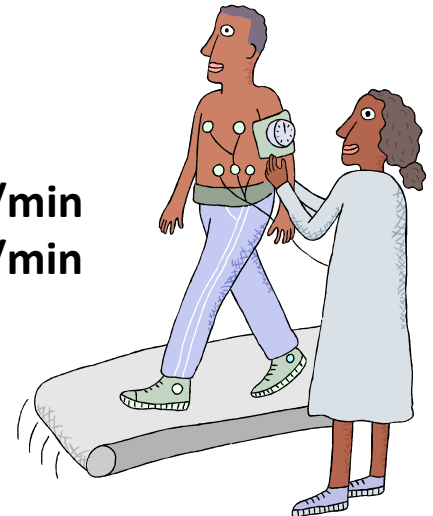


För att kunna hålla stabil kroppstemperatur och kunna utföra arbete har vi en ämnesomsättning.

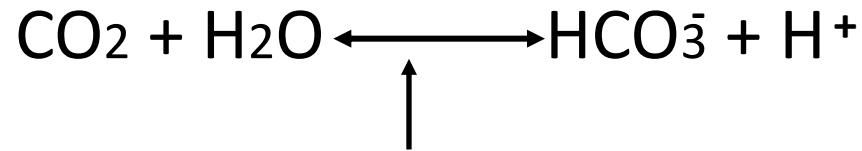
Med hjälp av enzymatisk förbränning av den typ av föda vi äter produceras 0.85 mol CO₂ för varje mol O₂ vi förbrukar.

Vid FTD finns inte sällan ett krav på 13 METs dvs en yrkesdykare skall kunna prestera en effekt som är 13 ggr högre än basal ämnesomsättning. För sportdykning har siffran 7 METs föreslagits.

| | Total effekt | Prod. effekt | O ₂ upptag | CO ₂ prod |
|---------------------|--------------|--------------|-----------------------|----------------------|
| Vila | 100 W | 0 W | 0.25 l/min | 0.21 l/min |
| Hårt fysiskt arbete | 1200 W | 250 W | 3.5 l/min | 3.0 l/min |



Optimalt pH för de enzymatiska processerna i vår kropp är 7.4. För att åstadkomma detta hålls koldioxidkoncentrationen i lungorna på 5.5 kPa med hjälp av buffertsystem och sensorer för pH i blodet.



Carboxyanhydras i röda blodkroppar är enzymet som gör detta möjligt. Det är lika viktigt för CO₂ transporten i blodet som hemoglobin är för oxygentransporten.

CO₂ transporteras i blodet huvudsakligen som bikarbonat.



Lungor och dykning

- Stiger koldioxidhalten i blod och lungor så ökas ventilationen automatiskt.
- I vardagssituationen och under dykning är det nästan aldrig syrgasbrist (oxygenbrist/hypoxi) som ökar/styr ventilationen.
- Glatt muskulatur, i luftvägar och lungkärl, styr blod och luftflöden i lungorna så att en optimal kontakt mellan blod och luft fås.
- Vid hårt arbete under vistelse i vatten kan lungornas kärl överbelastas och lungödem (vätska i lungblåsorna) uppkomma. Dåligt justerad demand kan bidra till detta.



Hjärtat och dykning

- **Belastas vid immersion:** Betablockad ej lämpligt för dykare
- **Autotransfussion till lilla kretsloppet:** Upp till 700 ml ökning av lungkärlvolymen vid immersion. (Mer vid andhållningsdykning)
- **PFO:** Kan innebära problem vid dykning genom passage av bubblor förbi lungorna, men risken är liten
- **Dykarsjuka i hjärtat:** Ej känd
- **Retledningssystem:** Högerskänkelblock kan vara OK vid dykning. Andra typer av block ej förenliga med dykning.



Nervsystemet och dykning

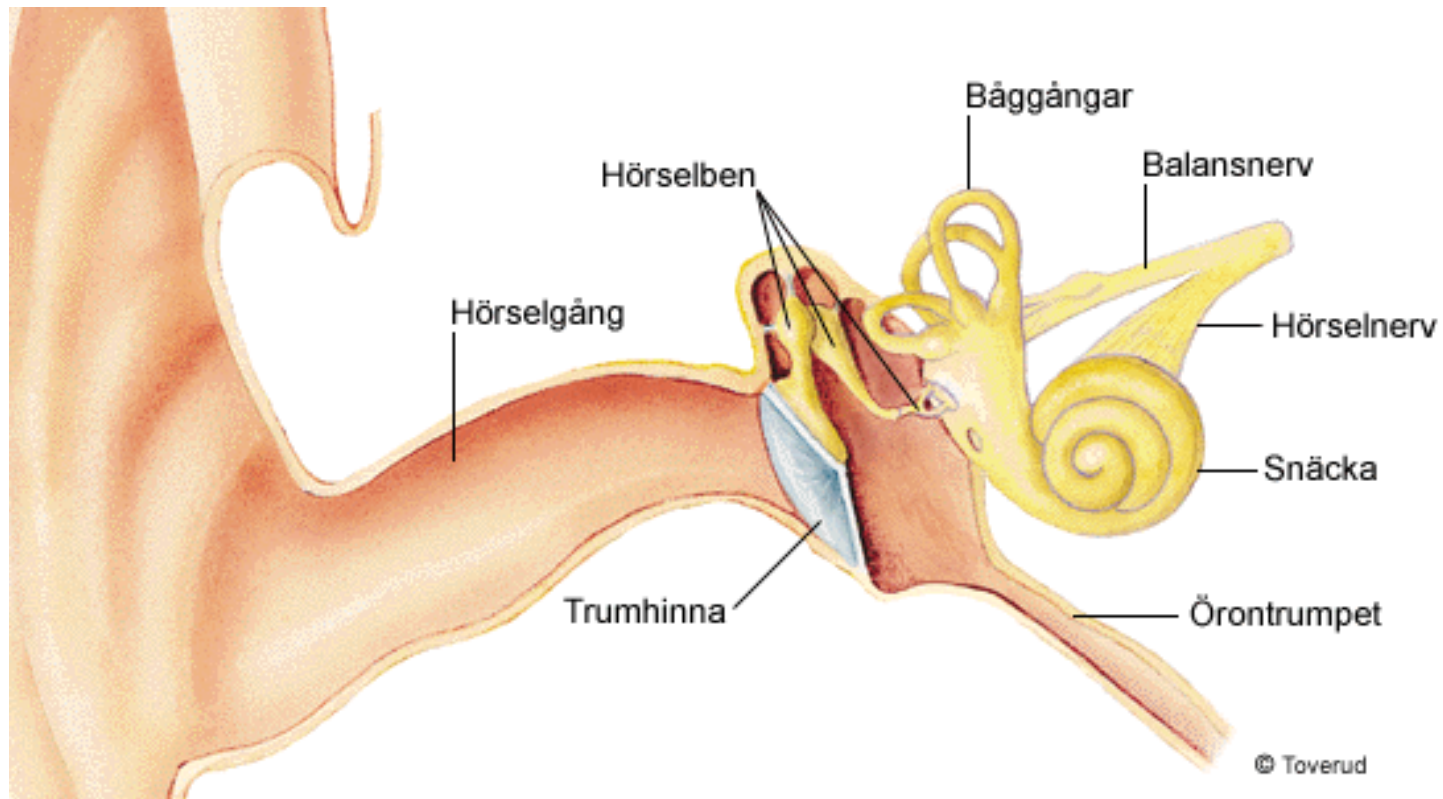
- Ganska robust och fungerar väl vid vanlig dykning
- Dock risk för oxygenkramp vid $PO_2 > 180$ kPa
- Djupberusning vid $PN_2 > 300$ kPa
- Kan drabbas vid dekompressionssjuka. Då vanligen det perifera systemet eller vid allvarlig DS ryggmärgen. Vid gasemboli efter lungbristning drabbas oftast hjärnan.
- Viktigt med bra läkarutredning om personer med nervskada skall dyka så att dykningar inte resulterar i rekomprensionsbehandling i onödan.



Om mag-tarmkanalen och dykning

- Man bör undvika att äta omedelbart före dykning för att undvika reflux (sur uppstötning). Efter måltid är övre magmunnen lättretad till öppning vid peristaltisk våg i matstrupen.
- Gas som sväljes ner under dykning bör rapas upp före dekompression. Fall av "ruptur" med pneumoperitoneum (luft i bukhålan) finns.
- Stomipåsar innebär inget hinder för dykning.
- Vid mättnadsdykning "tappar" många dykare lukt och smaksinne och maten smakar inte, vilket kan leda till viktminskning och håglöshet.
- Så kallat gasbildande mat (lök och ärtsoppa m.m.) bör undvikas vid dykning, speciellt om dekompression i tryckkammare är en del av arbetet.
- Experiment med hydrox har genomförts på grisar där inympade tarmbakterier genomförde omvandling av i kroppen uppladdat hydrogen till metan som är mycket lösligt (En form av kemisk dekompression)





Örat är sannolikt det organ som oftast skadas vid dykning. Mellanöresqueeze och runda fönsterruptur undviks med god tryckutjämnings teknik. Extern otit (hörselgångseksem/inflammation) behandlas med Otinova.

