

1. KUIDAS SÜDA TÖÖTAB

Lihtsalt öeldes on süda organismis nagu pump, mis ei tohi alt vedada. Südame töötamise protsess on üsna keeruline, lisaks tugevale ja keeruka konstruktsiooniga lihasele kuulub sellesse ka närvivõrgustik, mis ühendab südant aju soolestiku ja teiste kehaosadega, pannes vere organismis ringema, ilma et peaksime teadlikult sellele mõtlema. Alustame asja tuumast, südame kahest rollist – pump ja stimulaator – ning sellest, kuidas neid mõjutavad närvisüsteemi osad, mis reageerivad, ilma et te sellele mõtleksite.

SÜDA ON KEERUKALT SEADISTATUD PUMP

Süda kui pump on muljet avaldav seadeldis. Meie kehas ringleb umbes 5 liitrit verd. Inimese süda lööb keskmiselt 100 000 korda päevas, mis teeb kokku ligikaudu kolm miljardit südamelööki keskmise elu jooksul. Iga südamelöögiga liigub osa kehas olevast verest kopsudesse hapnikku koguma ja sealt mööda veresooni edasi, et toimetada hapnikku organitesse ja kudedesse, ja pöördub siis tagasi südamesse, et ringkäiku taas uuesti alustada.

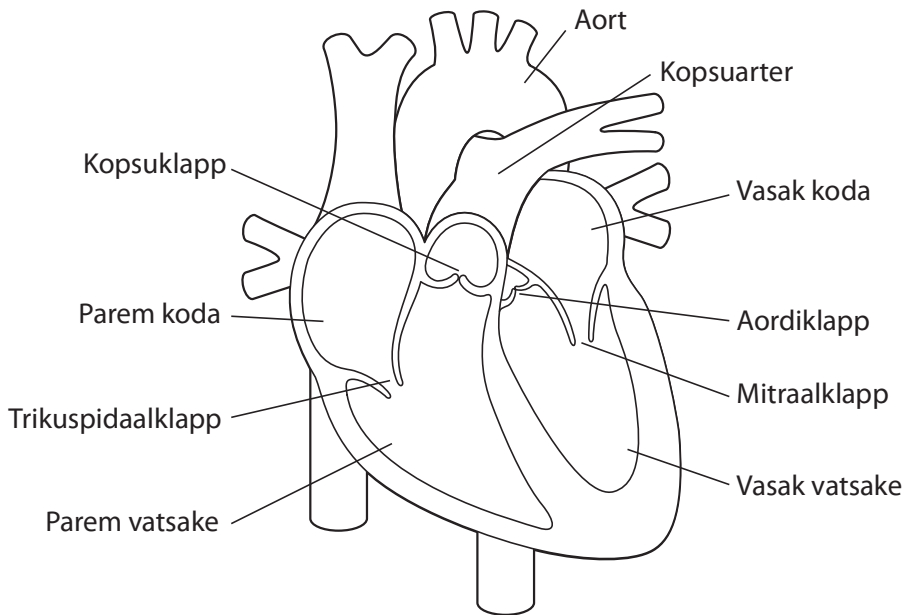
Tänapäeval on ilmselge, et süda on pump. Kuid alles 1600. aastatel, kui inglise arst William Harvey tegi terve rea katseid, hakkasid inimesed üldse mõistma, et veri ringleb – see „justkui liikus ringiratast“¹ – süda pumpas vere arteritesse ja veenide kaudu pöördus see südamesse tagasi. Põhimõtteliselt tagab selle toimumise südame lihaste kokkutõmbumiste ja lõtvumiste vaheline keerukas koreograafia, mis on ajastatud nii, et sobiv hulk verd pumbatakse edasi järgmise sihtkohta, samaaegselt väikeses vereringes, mis kulgeb südamest kopsudesse, ja suures ringes: südamest ülejäänud kehasse.

Inimese südames teevad seda neli kambrit. Need on parem ja vasak vatsake, mis ühiselt moodustavadki kogu pumpamise mehhanismi, ning parem ja vasak koda (mitmuses = *atria*), mis koos moodustavad nagu reservuaari, kust süda saab verd, enne kui see uuesti välja pumbatakse. Veri liigub südame paremast poolest kopsudesse ja vasakust poolest ülejäänud kehasse.

Tervikuna on täitumise ja pumpamise kooslus muidugi keerulisem, see hõlmab ühesuunalist torude ja väravate süsteemi.

Vaatleme nüüd vere teekonda, alustades selle tagasipöördumisest mõnest elundist, olgu selleks siis aju hallollus või varbaots. Elundeid ja kudesid ümbritsevad kapillaarid, kõige väiksemad veresooned organismis, nagu näidatud leheküljel 16. Kui koed on kapillaarides olevast verest hapniku sidunud ja loovutanud selle eest süsinikdioksiidi, liigub veri lähedalasuvasse veeni, mis viib selle tagasi ühte kahest suurest torukujulisest veenist, mis on ühendatud südame parema poolega. Need viivad otse paremasse kotta, südame täitekambrisse, mis võtab vastu organismist tuleva vere.

Kokku tõmbudes suruvad parema koja lihaselised seinad vere läbi trikuspidaalklapi, mis on nagu värav paremasse vatsakesse, mis

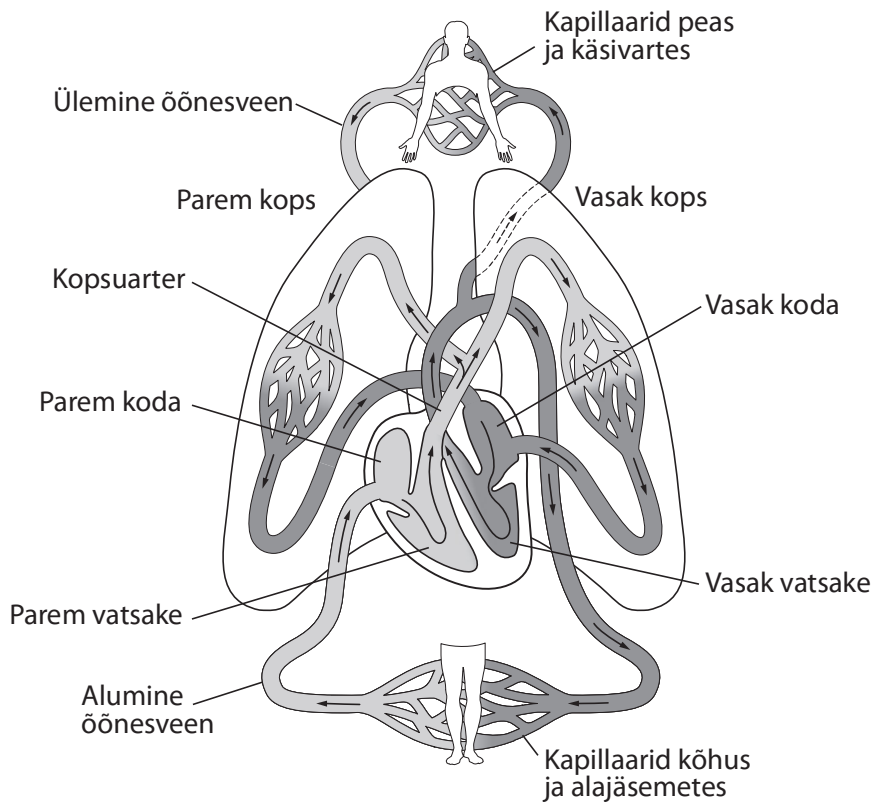


Inimese süda

varustab verega kopsu. Nagu nimigi ütleb, on trikuspidalklapil kolm hõlma. Piisava survega saab neid klappe lahti lükata, kuid seejärel need sulguvad, takistades vere tagasivoolu paremasse kotta.

Kui veri on jõudnud paremasse vatsakesse, tõmbub vatsake kokku. See pumpab verd läbi kopsuklapi kopsuarterisse, mis viib kopsudesse. Kopsudes liigub veri kapillaarides – keha kõige väiksemates veresoontes. Siinsed kapillaarid mähkuvad võrguna ümber alveoolide, mikrooskoopiliste õhukottide, mis võimaldavad tõhusat gaasivahetust.

Kui veri kapillaaride kaudu voolab, seguneb hapnik alveoolidest verre ja veres olev süsihappegaas omakorda alveoolidesse. Inimese kopsud koosnevad tavaliselt umbes 300 miljonist alveoolist, mille gaasivahetuse pindala on umbes 70 ruutmeetrit – laialilaotatult umbes kuue autoparkla pindala.



Süda ja vereringe

Pärast hapniku kogumist kopsudest naaseb veri kopsuveenide kaudu tagasi südame vasakusse poolde ja jõuab vasakusse kotta, südame teise reservuaari. Vasaku koja lihas tõmbub kokku ja surub vere läbi mitraalklapi vasakusse vatsakesse, mis on südame kõige tugevam pumpav kamber. Lõpuks tõmbub vasak vatsake kokku ja paiskab vere läbi aordiklapi aorti, suurde torukujulisse veresoonda, mis kannab südamest hapnikurikast verd ülejäänud kehasse.

Seejärel suundub veri organitesse ja kudedesse mööda umbes 100 000 kilomeetri pikkust veresoonekonda – võrgustikku, mille saaks kaks

korda ümber Maa ekvaatori keerata ja jääks veel ülegi. Kapillaaride võrgustiku abil pääseb veri ligi kõikidele elunditele ja kudedele, hapnik saab levida rakkudesse, kus seda kasutatakse kütusena, ja kogutakse kokku rakkudest väljutatud süsinikdioksiid, ainevahetuse jääkprodukt.² Kapillaarid on ka mugav ühendus arterite ja veenide vahel süsteemis, kus veri läheb aordi kaudu südamest välja, sealt kannab suur vereringe arteriaalse vere arterite ja kapillaaride kaudu keha kõikide kudedeni, varustab need hapniku ja toitainetega ning viib siis süsihappegaasi ja jääkained venoosse verega veenide kaudu südamesse tagasi.

Pärast vahetust voolab veri tagasi ülemisse ja alumisse õõnesveeni, mis on sissepääsuks südame paremasse kotta, ja sellega saab ring täis.

Südamelihase (müokard) tõmbub järjestikku kokku, surudes võimalikult palju verd läbi iga klapi. Südamelihase kokkutõmbumine nõuab palju energiat, milleks on vaja hapnikku. Aordist hargnevad arterid on pärgarterid, mis varustavad südant hapnikurikka verega, mida pumpamiseks varuks hoitakse.

Aga veri ei transpordi organitesse ja teistesse kudedesse mitte ainult hapnikku. See toimetab sinna ka olulisi toitaineid ja molekule, näiteks glükoosi (suhkrut), rasva, valke, immuunsüsteemi kaitsjaid (valged verelibled), antikehi ja hormoone. Südame pidev pumpamine tagab, et need elutähtsad ained jõuavad sinna, kus ja millal organism neid vajab.

Ilmselt on süda muljet avaldav bioloogiline saavutus. Aga kuidas paneb see paika rütmi, mis tagab, et lihased õiges järjekorras kokku tõmbaksid ja lõtvuksid?

SÜDA KUI ELEKTRIJUHT

Alustame näiteks biitsepsist ja säärelihastest. Kui tekib mõte, et on vaja tõsta ostukotti, pingutate oma parema biitsepsi lihaseid. Need kergitavad küünarvarre üles. Biitseps on kõõluse abil ühendatud õlaliigesega ja kokkutõmbumine tekitab nagu rihmaratta ostukoti tõstmiseks. Selle ja kõigi teiste teadlike liigutuste tegemiseks peab aju saatma lihastele elektrilise signaali (impulsi) selle kohta, mida tahate liigutada.

Aga lihaseid ei pane liikuma mõte. Kui mõtlete ostukoti tõstmisest, käivitab see mõte elektrilaenguga ajus närvirakud, mida nimetatakse neuroniteks – nagu lülituskilp, millel süttiv lamp näitab, et sõnum on edastamiseks valmis. Kui teatav hulk neuroneid mingis aju osas kindla mustri järgi süttib, saadab see signaali seljaaju kaudu närvi, mis varustab konkreetset lihast: näiteks parem biitseps. Kui signaal sinna jõuab, paneb see lihaskiud tõmbuma, käivitades kokkutõmmete seeria, mis viib ostud põrandalt köögilauale. Kõike, mida teete teadlikult, reguleerib somaatile ehk tahtlik närvisüsteem.

Süda ei ole somaatilise närvisüsteemi kontrolli all. Südamelihased töötavad pidevalt, päeval ja öösel, ärkvel või magades, ilma et peaksite sellele mõtlema. Kui selle jaoks, et süda lööks, tuleks sellele pidevalt mõelda – 100 000 mõtet päevas, iga südamelöögi kohta üks –, kuluks sellele kogu vaimne energia. Selleks otstarbeks lõi evolutsioon autonoomse närvisüsteemi, mis erinevalt somaatilisest (teadlikust) närvisüsteemist töötab automaatselt. Autonoomne närvisüsteem saadab ja võtab vastu signaale südamele ja paljudele teistele organitele, näiteks sisikonnale ja soolestikule, diafragmale (kopsu täitev ja tühjendav

lihas) ja näärmekudedele, näiteks kõhunäärmele ja higinäärmetele. Kõik need reguleerivad organismi automaatseid funktsioone – seedimist, hingamissagedust, higistamist, soojusregulatsiooni ja muidugi südame löögisagedust ja kokkutõmmete jõudu.

Treeningu või stressi ajal paneb autonoomne närvisüsteem südame kiiremini lööma, et rakud saaksid rohkem hapnikku, glükoosi, hormoone ja teisi vajalikke toitaineid. Puhkeperioodi või une ajal südame löögisagedus aeglustub, et keha saaks taastuda ja end noorendada. Südame paremas kijas on ala, mida nimetatakse sinuatriaalsõlmeks (SA-sõlm) ehk siinussõlmeks, mis võtab vastu autonoomse närvisüsteemi signaale. SA-sõlm on nagu loomulik südamestimulaator.

Seda, et süda on elektriline süsteem, hakati laialdasemalt mõistma alles 19. sajandi lõpus, kui töötati välja tehnoloogia südamelöögi registreerimiseks.

Dr Augustus Desiré Waller Londoni Saint Mary haiglast töötas välja elektrokardiogrammi (EKG), see registreeriti esmakordselt 1887. aasta mais.³ Waller ühendas oma demonstratsioonides EKG primitiivse versiooni liikuva elektrilise mängurongiga, et näidata – masin registreerib tegeliku elektri, seega paneb elekter südame lööma.

EKG tegemine on valutu protsess. Selleks kinnitatakse nahale andurid – kohtadesse, kus on võimalik registreerida südame elektrisignaale. Viimase sajandi jooksul on elektrokardiograafia (südame elektrisignaali uurimine) arenenud. Tänapäeval saavad arstid üksikasjalikult EKG salvestusi analüüsida, et saada aimu, kuidas iga kamber kokku tõmbub, kui elektrilaeng selles muutub.

Kõigil rakkudel on elektriline potentsiaal või laeng nagu akul. Enamikul inimrakkudest on negatiivne baaslaeng, mis väliste signaalide