



Heilinn, hvernig skiptist hann og
hvernig virkar hann?

Heiða Elísabet Gunnarsdóttir

Efnisyfirlit

<i>Efnisyfirlit</i>	2
<i>Inngangur</i>	3
<i>Almennt um heilann</i>	4
<i>Heilastofn (e. brain stem)</i>	5
Mænkylfa (medulla oblongata).....	5
Brú (pons).....	5
Miðheili (midbrain)	6
<i>Milliheili (e. diencephalon)</i>	6
Stúka (thalamus).....	6
Undirstúka (Hypothalamus)	7
Heilaköngull (e. pineal gland)	8
<i>Hnykill/ litli heili (e. cerebellum)</i>	9
<i>Hvelaheili (e. cerebrum)</i>	9
Heilabörkur (cerebral cortex)	10
Ennisblað (lobus frontalis)	10
Gagnaugablað (temporalis)	10
Hvirfilblað (parietalis).....	11
Hnakkablað (occipitalis)	11
Kjarnar	11
Randkerfið (limbic system)	12
Drekinn (hippocampus).....	13
Mandla (e. amygdala)	14
<i>Lokaorð</i>	15
<i>Heimildaskrá</i>	16
<i>Myndaskrá</i>	17

Inngangur

Í þessari ritgerð er farið yfir helstu skiptingu heilans og hvaða hlutverki hver hluti gegnir. Farið verður yfir hvern hluta fyrir sig og fjallað um þá á auðskildu máli. Farið verður yfir hvaða mikilvægi hlutarnir hafa hver fyrir sig sem og saman. Settar verða upp myndskýringar á hlutum heilans til útskýringar. Einnig verður komið inn á allskyns skemmtilegt sem tengist hverjum hluta fyrir sig, eins og af hverju við borðum og af hverju við sofum ekki bara yfir daginn.



Almennt um heilann

Heilinn er grundvallar líffæri sem við þurfum til að lifa af. Hann stjórnar og stýrir starfsemi líkamans, það er öll þau kerfi sem líkaminn notar til daglegs lífs eins og að anda, hugsa, borða, skynja umhverfið okkar og eiga samskipti með því og svo margt annað. Þrátt fyrir svona mikilvægt hlutverk þá er heilinn mjög viðkvæmt líffæri og er því með sterka vörn inn í höfuðkúpunni. Hann liggur í kúpuholi umlukin heilahimnum og vökva. Vökvinn í kringum heilann er með þau hlutverk að höggdeyfa og að bera næringu og úrgang til og frá heilanum.

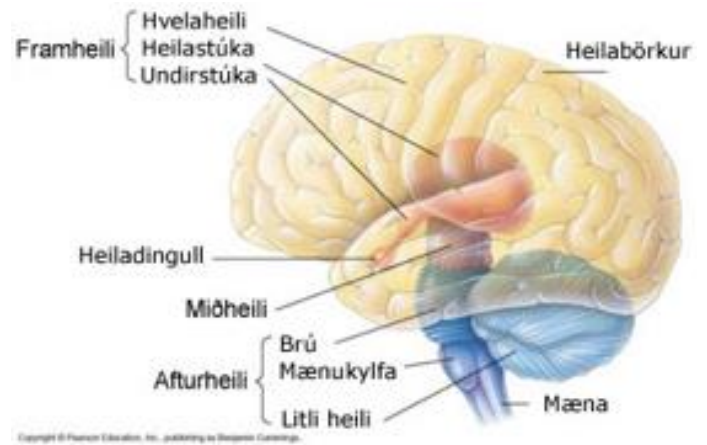
Heilinn sjálfur er mjúkur fellingarríkur vefur sem vegur um 1,3 kg. Þrátt fyrir að heilinn sé aðeins um 2% af líkamsþyngd venjulegrar manneskju þá tekur hann samt til sín um 20% af blóðinu sem hjartað dælir frá sér á mínútu og 20% af öllu súrefninu sem líkaminn notar. Vegna mikils blóðflæðis í heilanum þá eru háráðarnar í heilanum mjög þéttar og koma þær þess vegna í veg fyrir að ýmis efni sem eru í blóðinu fari út í heilavefinn, nánara tiltekið blóðheila hemill.

Heilinn tilheyrir miðtaugakerfinu ásamt mænunni og vinna þau náið saman (Eldra Pearl Solomon og Gloria A, Philips, 1987/1995; Tortora og Derrickson, 2015).

Heilastofn (e. brain stem)

Neðsti hluti heilans heitir heilastofn. Hann er sá partur af heilanum sem er sá lífsnauðsynlegastur, þar sem að allar brautir milli heila og mænu fara fram um heilastofninn.

Heilastofn er myndaður úr þremur hlutum, mænukylfu, brú og miðheila. Nánar verður fjallað um þá hluta seinna í ritgerðinni (Gerður Guðmundsdóttir, munnleg heimild, 31.mars 2021).



Mænukylfa (medulla oblongata)

Neðsti hluti heilastofns ofan við mænuna heitir mænukylfa eða medulla oblongata. Það eru taugabrautir í hvítuvef mænukylfunnar sem tengjast við ýmsa hluta heilans. Þar flytur hún boð um viljastýrðar hreyfingar áfram til annarra heilahluta. Í mænukylfu eru einnig viðbragðstöðvar sem stjórna kyngingu, hósta, hnerra, uppköst og hiksti. Í mænukylfunni eru mjög mikilvægar stöðvar staðsettar í dreif sem stilla hjartslátt, öndun og blóðþrýsting. Án hennar gætum við einfaldlega ekki starfað (Eldra Pearl Solomon og Gloria A, Philips, 1987/1995; Tortora og Derrickson, 2015).

Brú (pons)

Brú eða pons, er að mestu gerð úr þráðum sem bungna fram úr heilastofni rétt fyrir ofan mænukylfuna enda er hún föst við hana. Í henni eru bæði taugabrautir (hvítt efni) og taugastöðvar (grátt efni). Þetta sértækilega nafn á vel við þar sem brúin hlekkjar ýmsa heilahluta saman og er í raun einskonar taugabraut milli mænukylfu og annara heilahluta. Brúin tekur þátt í stjórnun öndunar, stillingu tryggingar, svipbrigða og ákveðinna augnhreyfinga. Aftan við brúna hvelfist litli heili (Eldra Pearl Solomon og Gloria A, Philips, 1987/1995; Tortora og Derrickson, 2015).

Miðheili (midbrain)

Miðheili er efsti hluti heilastofnsins. Hann er staðsettur á milli brú og milliheila. Nánara tiltekið þá er hann fyrir ofan brú og teygir sig í milliheila. Miðheili flytur hreyfiboð frá heilaberki til hnykils og mænu. Í miðheila er einnig holrúm sem tengir saman þriðja og fjórða heilahol. Í efri hlutanum er sjónviðbragðsstöðvar fyrir höfuð, til að bregðast við ákveðnu sjónáreiti og öðru áreiti. En í neðri hlutanum er skiptistöð fyrir upplýsingar tengdar heyrn. Í roða kjarnanum sem staðsettur er í miðheila fer fram samhæfing skilaboða um vöðvaspennu og líkamsstöðu (Eldra Pearl Solomon og Gloria A, Philips, 1987/1995; Tortora og Derrickson, 2015).

Milliheili (e. diencephalon)

Í beinu framhaldi af miðheila er milliheili, hann nær utan um þriðja heilaholið. Stúka er fyrir aftan hann en undirstúka fyrir framan hann. Milliheila er gjarnan skipt í þrennt: stúku, undirstúku og heilaköngul (Tortora og Derrickson, 2015).

Stúka (thalamus)

Stúka er staðsett báðu megin við þriðja heilahol, fyrir ofan miðheila. Hún er aðallega byggð úr gráu efni. Hlutverk stúku er að greina öll skynboð sem koma frá mænu, heilastofni, hnykli og öðrum stöðvum sem eru á leið upp í heilabörk. Í henni eru einnig mikilvægir kjarnar, einkum hnélíkskjarnar. Þar er aðalskiptistöð fyrir boð milli heila og hjarta þar sem að aðkomin boð eru flokkuð og túlkuð að hluta til áður en þau eru flutt til viðeigandi miðstöðva í hjartanu. Stúka tengir einnig meðvitund og vitsmunalegri starfsemi (Eldra Pearl Solomon og Gloria A, Philips, 1987/1995; Tortora og Derrickson, 2015).

Undirstúka (Hypothalamus)

Staðsetning undirstúku er fyrir neðan stúku og fyrir ofna heiladingul. Þrátt fyrir litla stærð sína þá stjórna kjarnar hennar mörgum nauðsynlegum störfum í líkamanum.

Helstu störf hennar eru að stjórna sjálfvirka taugakerfinu og samhæfa störf þess. Sjálfvirka taugakerfið stjórnar til dæmis hjartsláttartíðni, hreyfingu fæðu í gegn um meltingarveg og samdrátt þvagblöðru.

Undirstúka stjórnar losun margra hormóna frá heiladingli vegna þess að hún er einskonar tengiliður milli taugakerfisins og innkirtlakerfisins. Þetta eru þau helstu stjórnkerfi líkamans og er því hlutverk undirstúku

gríðarlegt. Hlutverk hennar hætta ekki þar heldur stjórnar hún einnig líkamshitanum okkar og fæðuinntöku þar sem að í henni eru bæði svengdarstöðin og mettunarstöðin. Hún stjórnar vökvainntöku okkar þar sem að í henni er þorstastöð okkar og hún er eitt þeirra svæða sem viðheldur meðvitund og svefnmynstri (Þuríður Þorbjarnardóttir, 2002).



Heilaköngull (e. pineal gland)

Heilaköngull flokkast sem innkirtill því hann framleiðir hormón. Hann er staðsettur rétt fyrir ofan miðheilann og fyrir framan litla heilann. Hann er ekki stór, hann er aðeins 1 cm á lengd og í laginu eins og furuköngull.

Heilaköngullinn sér um að framleiða og seyta hormóninu melatónín. Melatónín hefur áhrif á lífstakt okkar. Þ.e. hvenær

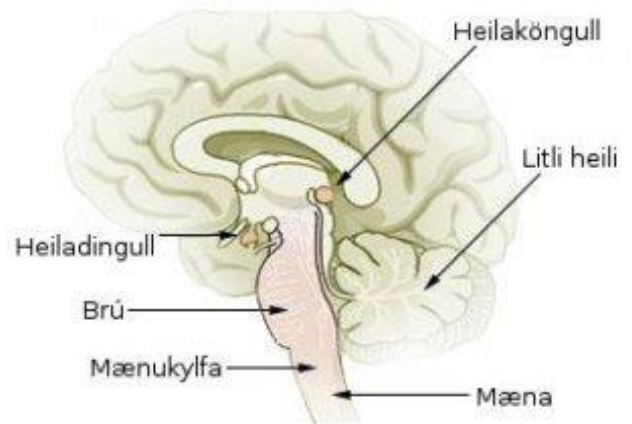
við sofum og hvenær við vökum. Það hefur einnig áhrif á það hvenær sum dýr eru tilbúin til æxlunar og hvenær sum eru tilbúin að leggjast í vetrardvala.

Þótt að heilaköngullinn stjórni framleiðslu og seytingu melatóníns þá fer það ekki í framleiðslu sjálf. Það eru ýmsir hlutir sem koma að því, eins og myrkur og ljós. Þegar það kemur ljós á augun okkar berast boð frá sjónunni í auganu til tiltekinna kjarna í undirstúku sem senda á endanum boð til heilakönguls. Þessi boð stjórna seytingu melatóníns. Melatónín er því aðeins seytt í myrkri. Þess vegna er melatónín oft kallað myrkra hormónið. Þetta getur oft haft ruglandi áhrif á okkur lífverurnar þar sem að næturnar eru lengri á veturna og dagurinn lengri á sumrin (Þuríður Þorbjarnardóttir, 2006).

Rannsóknir hafa sýnt fram á nýtingu þess að gefa fólki auka melatónín til að aðstoða við svefn þar sem að það er bein tenging á milli svefnraskana og lítils magns af melatóníni í blóðinu. Þá sérstaklega hjá fólki sem getur ekki nýtt sér dægursveiflurnar, eins og blint fólk. Á móti melatónínjök hefur einnig verið gagnlegt að nota ljósameðferð til að minnka framleiðslu melatóníns yfir daginn, þetta hefur verið mjög gagnlegt hjá fólki sem er í vaktavinnu (Þuríður Þorbjarnardóttir, 2006).

Flugþreyta er einnig tengd við rugling í framleiðslu og seytingu melatóníns í líkamanum þar sem að það er ekki samræmi milli dægursveifla hjá viðkomandi á komustað.

Rannsóknir hafa einnig sýnt fram á tengingu á melatónínsseyti og skammdegispunglyndi. Meðferð við þessu er oft að örva niðurbrot melatóníns með ljósameðferð. Þá er notast við sérstaka skjái sem fólk horfir á í vissan tíma á dag til að leiðrétta dægursveifluna. Þetta hefur einnig áhrif á framleiðslu serótóníns í líkamanum sem er svokallað gleðihormón (Þuríður Þorbjarnardóttir, 2006).

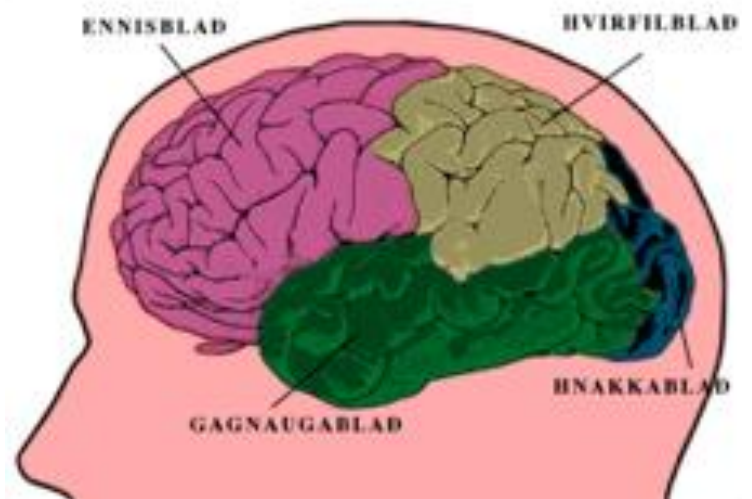


Hnykill/ litli heili (e. cerebellum)

Litli heili er útvöxtur úr heilastofninum og liggur neðanvert við hvelaheilann. Litli heilinn stjórnar samhæfingu hreyfinga, krafti þeirra og lengd í tíma, hann er miðstöð upplýsinga og hann geymir einnig upplýsingar um lærðar eins og að hjóla. Litli heilinn tekur á móti boðum frá innra eyranu um jafnvægi og vinnur úr þeim og sendir áfram til annara svæða í heilanum (Valtýr Stefánsson Thor, 2000).

Hvelaheili (e. cerebrum)

Hvelaheilanum er gjarnan skipt í tvo helminga. Vinstri og hægri. Hvoru heilahveli er síðan skipt niður eftir starfsemi í hlutana: ennisblað, hvirfilblað, hnakkablað og gagnaugablað (Valtýr Stefánsson Thor, 2000).



Við fyrstu sýn virðast heilahelmingarnir tveir (vinstri og hægri) vera alveg eins, en þegar nánar er skoðað kemur í ljós að það er verulegur líffræðilegur munur á þeim. Eins og til dæmis stærðarmunurinn á einstökum heilastöðvum. Hægra heilahvelið er langoftast ríkjandi hvelið eða í 95% tilfella hjá réttendum og 70% tilfella hjá örvhentum. Þá ber að hafa í huga munin á milli örvhentra og réttentra er að hægra heilahvelið stjórnar hreyfingu vinstri helming líkamans og vinstra stjórnar hreyfingum hægra megin. Það er þó ekki þannig að það stjórnist bara svoleiðis heldur senda heilahvelin einnig boð um hreyfingar á milli sín í gegnum svokölluð hvelatengsl. Vinstra heilahvel á auðveldara með að greina heild niður í smærri einingar, oft kallað sundurgreining. Hið hægra öfugt, eða að sameina þættina í eina stóra heild, eða samþættandi. Dæmi um hluti sem krefjast sundurgreiningar er að skilja talað mál. Til að gera það þurfum við að greina samfellda orðabunu niður í setningar, orð og hljóð (Heiða og Þuríður, 2007).

Heilabörkur (cerebral cortex)

Heilabörkurinn er þróunarlega yngsti hluti heilans. Hann liggur yfir heilanum og er hann því ysti hluti hvelaheilans. Í heilaberkinum eru meðal annars stjórnstöðvar fyrir skynjun, svo sem sjón, heyrn, snertingu, lykt og bragð. Heilabörkurinn stjórnar einnig meðvituðum hreyfingum og gegnir hann lykilhlutverki þegar kemur að minni, hugsun, námi, tali og fleiru (Valtýr Stefánsson Thor, 2000; EDS, 2006).

Ennisblað (lobus frontalis)

Aðalmiðstöð hreyfifærni er í ennisblaðinu. Boð eru send frá ennisblaðinu niður mænuna til vöðva líkamans og þeim gefin fyrirmæli um ákveðnar hreyfingar. Í ennisblaðinu eru einnig sérstakar stöðvar sem stjórna augnhreyfingum. Í vinstra heilahveli er málstöðin, hún stjórnar tali og samræðum. Í heilaberkinum (prefrontal cortex) og neðanvert á framheilanum er svæði sem á stóran part í tilfinningum, minni og vitrænum aðgerðum. Það svæði stjórnar hegðun með tilvísun í dómgreind og forsjálni. (Valtýr Stefánsson Thor, 2000).

Í ennisblaðinu er svæði sem kallast Brocasvæði það sér um orðmyndun, stjórnun talhreyfinga, hreyfingum tungu, vara og raddbanda. Þetta svæði er gjarnt að skemmast ef að fólk fær heilablóðfall og verða þá tal-, lestrar- og skriftarörðuleikar. (Heiða og Þuríður, 2007).

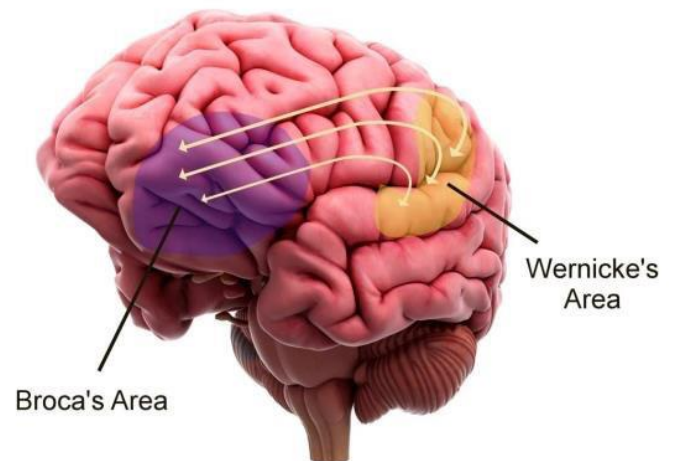
Gagnaugablað (temporalis)

Gagnaugablöðin eru tvö og eru staðsett sitthvoru megin á heilanum. Miðstöð heyrnarskyns er staðsett í þessum blöðrum.

Öll tengd svæði eru skipulögð þannig að

það sem tengist vinstra gagnaugablaðinu er aðalstöð málskilnings en hinum megin sér hún um skynjun á tónum og hljóðstyrk.

Í gagnaugablaðinu upp við hvirfilblaðið er svæði sem kallast Wernickesvæði það gegnir stóru hlutverki í málskilningi. Ef þetta svæði skaddast koma fram erfiðleikar við að skynja eða skilja skrifað eða talað mál (Heiða og Þuríður, 2007).



Hvirfilblað (parietalis)

Hvirfilblaðið er aðal skynsvæði heilans. Það fær boð frá taugaendum alls staðar úr líkamanum, boðin berast upp með mænunni og enda sitt ferli í heilaberkinum þar sem það er unnið úr upplýsingunum. Aðalstæði hvirfilblaðsins sér um skynjun og stöðu fótanna, nákvæmt snertiskyn og skynjun hraða og hröðunar. Önnur svæði í hvirfilblaðinu sjá um samhæfingu skynjanna, málskilningi og fleira (Valtýr Stefánsson Thor, 2000).

Hnakkablað (occipitalis)

Mikilvægasta hlutverk hnakka blaðsins er sjónskyn, umsjón með rúmfræðilegri afstöðu hluta og önnur sjón- og minnstengd atriði (Valtýr Stefánsson Thor, 2000).

Kjarnar

Svokallaðir kjarnar heilans eða grunnkjarnar eru staðsettir í botni hvelaheilans. Þeir eru þrír hvoru megin nær fyrsta og öðru heilaholinu. Hlutverk kjarnanna tengist flóknum samsettum hreyfingum rákóttra vöðva. Við tengjum þessar hreyfingar oftast við leikni. Ef það verða slæmar skemmdir á grunnkjörnunum þá fara menn að ráða verr við störf eins og að klippa með skærum, kasta bolta, koma frá sér óbrengruðum orðum, stjórna augnhreyfingum og svo framvegis.

Það eru ýmis boðefni sem koma fram í kjörnunum. Dóþamín er eitt af þeim mikilvægu sem koma fram þar, þetta boðefni minnkar í framleiðslu með aldrinum. Það er talið vegna þess að taugungarnir sem mynda það eyðast með tímanum. Ef þetta gerist óvenju hratt er talað um lamariðu eða parkinsonsveiki. Þetta kemur yfirleitt fram á miðjum aldri. Einkennin eru skjálfti, einkum í fingrum og höndum sem er áberandi í hvíld en minnkar við einbeitingu, stirðleiki, hægar og takmarkaðar hreyfingar og hægt tal.

Geðklofi er einnig tengdur við kjarnana, en það er erfður genasjúkdómur. Það getur þó komið fyrir að parkinsonsjúklingar sem fá of stóra skammta sýni einkenni geðklofa. Þá er það einnig á hinn bóginn að lyfjameðferð við geðklofa hefur leitt til parkinsonsveiki (Örnólfur Thorlacius, 1983).

Randkerfið (limbic system)

Randkerfið eða limbíska kerfið er starfsheild, það er það gengur þvert á líffræðilega skiptingu. Það er myndað að hluta til í hvelaheila og hluta til af milliheila (Tortora og Derrickson, 2015).

Randkerfið er að hluta til úr heilaberki og að hluta til úr vefjum undir honum. Það er staðsett miðlægt, undir hvelaheila, innst inn í heilanum og liggur í boga í kringum heilastofninn. Helstu hlutar randkerfisins eru undirstúka, dreki og mandla. Nánar verður fjallað um dreka og möndlu hér neðar.

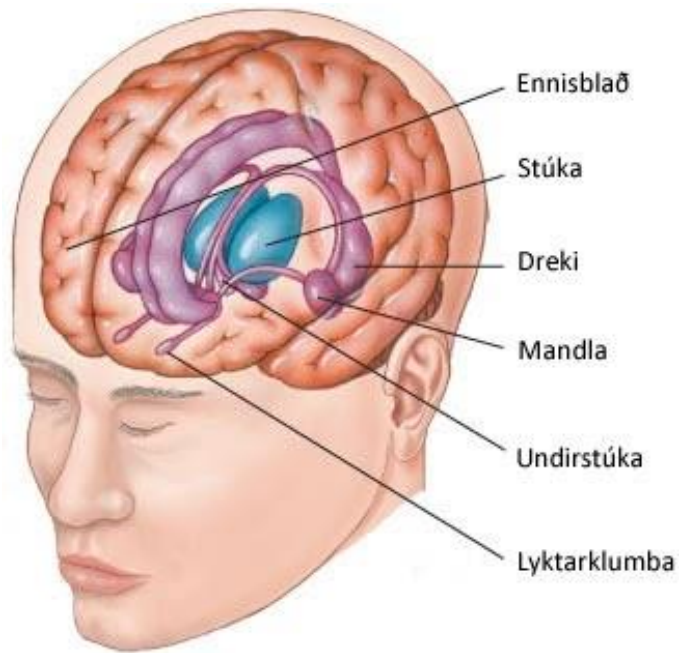
Randkerfið gegnir stóru hlutverki þegar kemur að tilfinningum eins og ánægju, sársauka, ótta, reiði, sorg kynferðislegum tilfinningum, hlýðni og væntumþykju. Vegna þessar mikilvægis varðandi tilfinningar hefur randkerfið stundum verið kallað tilfinningaheilinn. Þótt taugakerfið stjórni sjálfu atferlinu þá kemur randkerfið að því ósjálfráða. Flest allt sem tengist því að lifa af stjórnar randkerfið og rannsóknir gefa til kynna að það gegnir lykilhlutverki í að stjórna sjálfu atferlis mynstrinu almennt.

Randkerfið í samstarfi með hlutum úr hvelaheila koma að minninu, oft ef það er skaði á minninu þá er skaði í randkerfinu. Randkerfið er einnig mikilvægt þegar kemur að lyktarskynjun því að lyktarklumbar tilheyra því einnig (Þuríður Þorbjarnardóttir, 2013).

Drekinn (hippocampus)

Drekinn kemur sterkur inn í hugsun og haf tengsl hans við mikið verið rannsökuð. Sérstaklega hefur verið rannsakað þátt drekans í svokölluðu rúmfræðilega minni en það er það minni sem gerir okkur kleift að átta okkur á nýju umhverfi og hvar við erum stödd í því. Þetta er hluti af skammtímaminninu okkar sem er grundvalla forsenda fyrir þroskun langtímaminnis. Drekinn er mjög mikilvægur í því að breyta því sem við erum að hugsa á þeirri stundu (skammtímaminni) í minningu sem við geymum til lengri tíma (langtímaminni) Drekinn er ekki aðeins virkur í því að búa til minningar heldur líka að kalla þær fram og er hann því mjög mikilvægur í námi og almennt í getur okkar til að læra.

Ef skaði verður á drekanum þá gerist það að einstaklingurinn getur ekki fest minningar í drekanum, hvorki skammtíma né langtíma. Við þetta lifir einstaklingurinn í undarlegri veröld þar sem allar minningar dofna hægt og rólega og hverfa á endanum. Nema allar þær minningar sem voru til fyrir skemmdina, þær haldast óbreyttar (Þuríður Þorbjarnardóttir, 2013; Valtýr Stefánsson, 2000).



Mandla (e. amygdala)

Mandlan er líka mjög virk þegar kemur að allskyns hugarstarfsemi. Þá sérstaklega þegar kemur að minni. Hún er ekki virk í rúmfræðiminni eins og drekinn heldur er hún aðallega í atvikaminni. Í þeim hluta er athygli skilgreind sem “getan til að einbeita sér að tilteknum áreitum á meðan maður leiðir önnur áreiti hjá sér”. Mandla tengist þó dreka og örvar hún hann til að muna smáatriði í kringumstæðum.

Mandlan er talin hjálpa einstaklingum að skilgreina áreiti og haga sér samkvæmt þeirri skilgreiningu. Mandlan tengist áreiti sem tengist umbun og samfélagslegu atferli eins og mökun. Mandlan er einnig mikilvæg í að samhæfa taugakerfis, innkirtlakerfis og atferlis við áreiti í umhverfinu, sérstaklega þeim sem varða umhverfi. Það er mjög mikilvægt að atferlisviðbrögð við streitu og kvíða séu samhæfð. Ef það er ekki rétt samhæft þá skapast ýmis vandamál (Þuríður Þorbjarnardóttir, 2013).

Lokaorð

Heilinn er grundvöllur okkar í svo mörgu en hann er ekki einn sem kemur að því að stýra líkamanum. Heldur er hann aðeins hluti af stórfenglegu kerfi sem við köllum líkamann okkar. Það er margt sem helst í hendur að halda honum gangandi, bæði hlutir sem við gerum eins og að fá okkur að borða og hlutir sem við stjórnnum ekki sjálf eins og boðið sem sent er á hjartað að slá.

Eins og til dæmis hugsun, við hugsum í raun ekki aðeins með heilanum. Að vissu leyti þurfum við heilan til að hugsa en við notum hann ekki aðeins til þess. Við erum flóknar tilfinningaverur maðurinn og notum við margt fleira en heilan til að hugsa. Til dæmis ef við erum leið af því það var verið að hætta með okkur þá erum við gjarnari til að halda að við séum svöng. Þetta er af því að það koma svo mörg líffæri að hugsun hjá okkur.

Heimildaskrá

- EDS. (2006, 15. 6). Er heilastofn og heilabörkur það sama? Ef ekki, hvað er þá heilabörkur? *Vísindavefurinn*. Sótt 18. apríl af: <https://www.visindavefur.is/svar.php?id=6016>
- Eldra Pearl Solomon og Gloria A, Philips. (1995). *Líffæra- og lífeðlisfræði- fyrri bindi*. (Regína Stefnisdóttir þýddi og staðfærði). Reykjavík: IÐNÚ. (Upprunnarlega gefið út af W.B Saunders Company árið 1987).
- Hafsteinn Ragnarsson. (2005, 25. 4). Hvernig verkar heilinn?. *Vísindavefurinn*. Sótt 17 febrúar af: <https://www.visindavefur.is/svar.php?id=4941>
- Heiða María Sigurðardóttir og Þuríður Þorbjarnardóttir. (2007, 20. 2). Hvað fer fram í vinstra heilahveli og hvað fer fram í því hægra? *Vísindavefurinn*. Sótt 17 febrúar af: <https://www.visindavefur.is/svar.php?id=6505>
- Jörgen Pind. (2000, 3. 7). Hvernig fer heilinn okkar að því að muna?. *Vísindavefurinn*. Sótt 26 febrúar af: <https://www.visindavefur.is/svar.php?id=607>
- Ólafur Páll Jónsson. (2003, 25. 5). Er hægt að skilja sinn eigin heila?. *Vísindavefurinn*. Sótt 10. Mars af: <https://www.visindavefur.is/svar.php?id=2412>
- Örnólfur Thorlacius. (1983). *Lífeðlisfræði: kennslubók handa framhaldsskólum*. (4. útgáfa). Reykjavík: IÐNÚ.
- Tortora, G.J og Derrickson, B. (2015). *Introduction to the human body*. (10 útgáfa). Bandaríkin: John Wiley & Sons, Inc.
- Valtýr Stefánsson Thors. (2000, 17. 10). Hvernig starfar mannsheilinn? Hverjar eru helstu heilastöðvarnar? *Vísindavefurinn*. Sótt 16 janúar af: <https://www.visindavefur.is/svar.php?id=999>
- Þuríður Þorbjarnardóttir. (2002, 19. 9). Hvaða hlutverki gegnir undirstúka í heila? *Vísindavefurinn*. Sótt 14.apríl af: <https://www.visindavefur.is/svar.php?id=2719>
- Þuríður Þorbjarnardóttir. (2006, 8.12). Hver eru hlutverk heilakönguls og heiladinguls? *Vísindavefurinn*. Sótt 28.apríl af: <https://www.visindavefur.is/svar.php?id=6427>
- Þuríður Þorbjarnardóttir. (2013, 26. 11). Hvað er randbörkur og hvaða hlutverki gegnir hann? *Vísindavefurinn*. Sótt 18. apríl af: <https://www.visindavefur.is/svar.php?id=65843>

Myndaskrá

- pshycologicalscience.org. (2018). Heili. [stafræn ljósmynd] sótt 14. apríl 2021 af: <https://www.psychologicalscience.org/news/releases/brain-size-cognitive-performance.html>
- creazilla.com. (2021). Brain clipart. [stafræn ljósmynd] sótt 14.apríl 2021 af: <https://creazilla.com/nodes/69755-brain-clipart>
- EDS. (2006). Heilastofn. [stafræn ljósmynd] sótt 31. mars 2021 af: <https://www.visindavefur.is/svar.php?id=6016>
- Vísindavefurinn. (2006). Myndin sýnir þversnið af mannsheila. Horft er á heilann á hlið, og er fremsti hluti heilans sýndur til vinstri á mynd en aftasti hlutinn til hægri. [stafræn ljósmynd] sótt 29.apríl af: <https://www.visindavefur.is/svar.php?id=6427>
- Robert M. Sargis. (e.d). Hypothalamus. [stafræn ljósmynd] sótt 14.apríl af: <https://www.endocrineweb.com/endocrinology/overview-hypothalamus>
- vefsíða Málsgreinar. (2017). Skipting heilans. [stafræn ljósmynd] sótt 10. apríl af: <http://ait.arnastofnun.is/grein.php?id=802>
- Janpha Thadphoothon. (2009). Figure 1. [stafræn ljósmynd] Sótt 18. apríl af: https://www.researchgate.net/figure/Brocas-Area-Vs-Wernickes-Area-Source_fig1_256001173
- Vísindavefurinn. (2013). Randbörkur er sá hluti heilabarkar sem tilheyrir randkerfi heilans. Randkerfið ræður miklu um atferli manna með áhrifum á hvatir og geðhrif. [stafræn ljósmynd] Sótt 18.apríl af: <https://www.visindavefur.is/svar.php?id=65843>