

Gaumstol

Orsakir, taugalíffærafræðileg staðsetning, kenningar og meðferð

Ágrip

Styrmir Sævarsson¹
doktorsnemi í sálfræði

Árni Kristjánsson^{2,3}
dósent í sálfræði

Haukur Hjaltason^{4,5}
taugalæknir

Lykilorð: gaumstol, athygli, sjónskynjun, staðsetning heilaskemmda, kenningar, meðferð.

Gaumstol er skynröskun í kjölfar heilaskemmda, oftast vegna heilablóðfalls og lýsir sér að jafnaði þannig að sjúklingur tekur ekki eftir eða bregst ekki við því sem á sér stað til vinstri. Þetta getur komið fram í því að sjúklingur les aðeins hægri helming orðs eða setninga, lítur til hægri þegar einhver gengur framhjá vinstra megin við hann, eða borðar einungis af hægri helmingi disks síns. Gaumstol má oftast rekja til skemmda í neðri hluta hvirfilblaðs, á mótum hnakka- og gagnaugablaðs, eða í efstu gagnaugablaðsfellingu. Ýmsar kenningar hafa verið settar fram til skýringar á gaumstoli og í þeim flestum er gert ráð fyrir að um einhvers konar truflun á athygliskerfum sé að ræða. Aukinn skilningur á eðli gaumstols hefur virkað sem hvati að þróun meðferðarleiða þar sem strendingsaðlögun hefur vakið hvað mesta athygli á síðustu árum. Hér verður fjallað um heilaskemmdir, kenningar og meðferðarúrreiði gaumstols.

Inngangur

Gaumstol (e. *hemispatial neglect*) er alvarleg truflun á hegðun og hugarstarfi sem mikilvægt er að skilja og meðhöndla. Í fyrri grein¹ var fjallað um einkenni, tíðni og greiningu hennar og batahorfur sjúklinga. Hér verður fjallað um heilaskemmdir sem leiða til gaumstols, um kenningar, meðferðarúrreiði ásamt framtíðaráherslum í meðferð þess. Reynt hefur verið að gera umfjöllunina hagnýta og byggist hún meðal annars á klínískri reynslu höfunda.

Megineinkenni gaumstols eru þau að sjúklingar eiga í erfiðleikum með að taka eftir, bregðast við og gefa áreitum gaum sem birtast í vinstra skynsviði eftir skemmdir í hægri heilahveli, án þess að einkenni megi rekja til skemmda í skyn- og hreyfisvæðum heila.² Þar af leiðandi kvarta gaumstolssjúklingar að jafnaði ekki yfir því að hafa ekki tekið eftir einhverju.

Meðal fyrstu lýsinga á gaumstoli er lýsing Hughlings Jacksons árið 1876 á sjúklingi með skemmdir í gagnaugablaðsfellingum (e. *temporal gyrus*) í hægri heilahveli. Sjúklingurinn las ekki

vinstri hluta orða og byrjaði lestur sinn á hægri helmingi blaðsíðu. Þótt gaumstol birtist í ýmsum myndum³⁻⁵ eiga þær það sameiginlegt að sjúklingar gera sér að jafnaði illa grein fyrir því.⁶

Algengasta orsök gaumstols er vefjadrep í hægri heilahveli, vegna heilablóðfalls á næringarsvæði hægri miðhjarnaslagæðar (e. *right a. cerebri media*; ⁷). Aðrar orsakir eru meðal annars heilæxli og heilaskaðar af völdum áverka.^{8, 9} Tímabundin gaumstolseinkenni geta jafnframt komið fram eftir flok.¹⁰

Einkenni gaumstols eru sterkari og þrálátari þegar skaðinn er í hægri heilahveli en í því vinstra.^{11, 12} Hins vegar liggur ekki nákvæmlega fyrir hvaða heilasvæði þurfa að skaddast til þess að gaumstolseinkenni komi fram. Óvissuna má meðal annars rekja til mismunandi útbreiðslu heilaskemmda hjá sjúklingum ásamt því að starfsemi óskemmdra svæða getur raskast vegna truflunar á virkni svæða sem vinna saman. Auk þess geta heilaskemmdir, æxli og heilabjúgur kallað fram mismunandi einkenni þótt um sömu svæðin sé að ræða.

Taugalíffærafræði gaumstols

Rannsóknir með starfrænni segulómmyndun (e. *functional magnetic resonance imaging*) hafa leitt í ljós að heilaskemmdir gaumstolssjúklinga ná meðal annars til svæða sem hvað sterkast tengjast athygli.¹³⁻¹⁷ Slíkar rannsóknir á stórum hópum sjúklinga benda til þess að skemmdir á neðri hvirfilblaði (e. *inferior parietal lobe, IPL*), á mótum gagnauga- og hvirfilsblaðs (e. *temporo-parietal junction, TPJ*)¹⁸ eða skemmdir á efri hluta gagnaugablaðsfellingar (e. *superior temporal gyri, STG*)^{19, 20} leiði til gaumstols. Hins vegar hefur ekki tekist að komast að óyggjandi niðurstöðu um hvaða svæði þurfi nauðsynlega að skemmast til þess að gaumstol komi fram.^{18, 21} Mismunandi aðferðir við mat á gaumstoli í þessum rannsóknum geta að hluta útskýrt misræmi í niðurstöðum.²² Auk þess eru vísbendingar um að skemmdir á öðrum svæðum, svo sem á ennisblaði²³ og grunnhnoðum (e. *basal ganglia*)²⁴ geti einnig leitt til gaumstols.

¹Taugasálfræðideild háskólans í Freiburg, Þýskalandi, ²sálfræðideild HÍ, ³Institute of Cognitive Neuroscience, University College London, ⁴taugadeild Landspítala, ⁵læknadeild HÍ.

Fyrirspurnir beinist til Styrmis Sævarssonar: saevarsson@daad-alumni.de

Nýleg rannsókn²⁵ bendir til þess að það geti skipt sköpum um hvort gaumstol komi fram hvort tengslabrautir í hvíta efni heilans milli drekafeilingar (e. *parahippocampal gyrus*) og hringfellingar (e. *angular gyrus*) skemmist. Þó svo að rökrætt sé um mikilvægi hvers þessara svæða, og hvernig samspili þeirra sé háttáð, er líklegast að öll leiki þau hlutverk í gaumstoli.^{26, 27}

Rannsóknir með myndgreiningaraðferðum á heilum heilbrigðra þátttakenda hafa líka gefið vísbendingar um hugræna starfsemi þeirra svæða sem helst tengjast gaumstoli. IPL-svæðið og svæðið sem markast af neðri og aftari hluta hvirfilblaðs, efri hluta gagnaugablaðs og aftari hluta skorar Sylvians (e. *Sylvian fissure*) sem nefnt er á ensku *temporal parietal junction* (TPJ) tengist athygli, sjónrænni rúmskygnun og samþættingu upplýsinga frá mismunandi skynfærum.^{15, 28-30} Auk þess hafa rannsóknir með segulörvun (e. *transcranial magnetic stimulation*), sem hefur áhrif á heilastarf á afmörkuðum svæðum sýnt að tímabundin truflun á virkni þessara svæða getur leitt til gaumstolseinkenna hjá heilbrigðum þátttakendum.³¹ Rannsóknir benda ennfremur til þess að TPJ gegni mikilvægu hlutverki í að beina rýmdarathygli okkar að hlutum sem skipta okkur mestu máli hverju sinni.²⁸ Vegna mikillar taugalíffærafræðilegrar skörunar þessara umræddu svæða, þar sem stór hluti IPL er í raun hluti af TPJ, getur reynst erfitt að aðgreina hlutverk þessara svæða,^{22, 32} og líklegt að truflun á starfsemi annars hafi áhrif á virkni hins þó óskemmt sé. Danckert og Ferber²² halda fram að STG tengi saman svæði í hvirfil- og ennisblaði sem bæði tengjast athygli og þar af leiðandi geti skemmdir á þessu svæði valdið gaumstoli. Ef rétt reynist gæti það að hluta skýrt misvísandi rannsóknaniðurstöður um taugalíffærafræði gaumstols.

Mikilvægt er að taka fram að frumskynsvæði heilabarkar, svo sem sjónbörkur í hnakkablaði, eru að jafnaði óskemmd hjá gaumstolssjúklingum. Gaumstol er röskun á virkni athygliskerfa en ekki frumskynsvæða. Þrátt fyrir að sjónsviðsskerðing geti verið til staðar hjá gaumstolssjúklingum er hún það engan veginn í öllum tilfellum. Sjónsviðsskerðing skýrir því ekki gaumstol. Gaumstol er röskun á starfsemi annarra kerfa en sjónkerfis. Skemmdir í hnakkaberki geta hins vegar leitt til blindu eða sjónsviðsskerðingar *án þess* að einkenni gaumstols komi fram.³³

Kenningar um eðli gaumstols

Ýmsar kenningar hafa verið settar fram á síðustu áratugum um hvaða hugræna starfsemi fari úrskaiðis í gaumstoli. Sumar kenninganna fjalla um truflun á starfsemi taugakerfa eða tauganeta,

aðrar um að úrvinnsla og samhæfing upplýsinga sem berast um mismunandi skynfæri sé trufluð.³⁴ Mest fer fyrir kenningum um truflun á verkan athygliskerfa.

Með mismunandi athygliskenningum er reynt að útskýra eðli gaumstols í því ljósi að það er yfirleitt sterkara og þrálátara við skemmdir í hægri heilahveli. Þennan vanda sjúklinga má skýra með mismunandi hætti. Til dæmis á þann hátt að athygli þeirra beinist síður til vinstri, beinist í auknum mæli til hægri eða því að áreiti í hægri skynsviði haldi í athygli þeirra og sjúklingunum veitist erfitt að beina athyglinni frá þeim. Til þess að útskýra athyglisbrestinn til vinstri hafa verið settar fram kenningar um að vinstra heilahvel beini athygli okkar til hægri en hægri heilahvel bæði til hægri og vinstri.³⁵ Verði skemmd í vinstra heilahveli eru minni líkur á gaumstoli eða athyglisvanda þar sem hægri heilahveli beinir athygli til beggja sjónátta. Verði skemmd í hægri heilahveli verður hins vegar truflun á getu sjúklingsins til þess að beina athyglinni til vinstri. Samkvæmt velþekktri kenningu Kinsbournes^{11, 36} kemur gaumstolið til vinstri hins vegar ekki einungis til vegna truflana á virkni hægri heilahvels heldur vegna þess að óskert virkni þess vinstra verður ríkjandi. Kinsbourne gerir ráð fyrir stefnulægri stjórnun hvors heilahvels á athyglinni, að það vinstra beini athyglinni til hægri, og það hægri til vinstri. Þótt jafnvægi ríki hjá heilbrigðum einstaklingum samkvæmt kenningu Kinsbourne er þó hin stefnubundna stjórnun vinstra heilahvels að jafnaði sterkari. Það útskýrir að gaumstol verður meira við skaða í hægri heilahveli. Gaumstol er því afleiðing ójafnvægis sem verður á þessari athyglisstjórnun heilahvelanna. Gaumstol til vinstri kemur því ekki einungis til vegna vangetu hægri heilahvels til að beina athygli til vinstri heldur einnig á óskertri getu vinstra heilahvels til að beina henni til hægri.

Önnur athygliskenning um gaumstol er kenning Posners.³⁷ Í þeirri kenningu er gert ráð fyrir að þegar við beinum athygli okkar að nýju áreiti feli það ferli í sér þrjú þrep: Fyrst þurfi að slíta athygli okkar frá því áreiti sem hún beinist að, beina henni svo að nýja áreitinu og festa loks athyglina við nýja áreitið. Samkvæmt kenningunni stafar gaumstol af því að áreiti hægri megin halda í athygli sjúklings, sjúklingurinn nær ekki að slíta (e. *disengage*) athygli sína frá áreitum hægri megin. Fjöldi rannsókna hefur stutt þessa kenningu.³⁸⁻⁴⁰ Sem dæmi má nefna tilraun Marks og fleiri.⁴¹ Á blaði fyrir framan sjúklinga voru línur hægri og vinstra megin og áttu sjúklingar að merkja við allar línurnar. Gaumstol sjúklinganna kom fram í því að þeir merktu við línur til hægri en misstu

frekar af þeim sem voru til vinstri. Þeim gekk hins vegar mun betur að framkvæma verkefnið þegar þeir voru beðnir að *stroka út* þær línur sem þeir sáu. Þeir strokuðu út fleiri línur en þeir strikuðu við. Skýring Posners á þessum niðurstöðum væri sú að það að stroka línur út fækki þeim áreitum til hægri sem haldi í athygli sjúklings og að sjúklingurinn eigi því auðveldara með að beina athyglinni að áreitum í vinstra sjónsviði. Í annarri tilraun gekk gaumstolssjúklingum verr að skipta beinni línu á blaði í dagsbirtu til helminga heldur en upplýstri línu í myrkvudum aðstæðum.⁴² Í myrkri eru færri áreiti sjáanleg og samkvæmt kenningu Posners því færri áreiti sem festa athyglina við hægri helming sjónsviðs, sem myndi útskýra hvers vegna sjúklingunum gengur betur að framkvæma verkefnið í myrkri.

Athygliskenning Mesulams^{43, 44} er líklega best þekkt meðal þeirra kenninga sem byggjast á athyglisstjórn heilahvelanna. Mesulam hefur bent á nokkur svæði sem virðast gegna lykilhlutverki í gaumstoli. Þau eru fremri ennisakor (e. *frontal eye fields*), aftari hluti hvirfilsblaðs, gyrðilsbörkur (e. *cingulate cortex*), stúka (e. *thalamus*) og grunnhnoð. Líffærafræðilegar mælingar og rannsóknir á virkni hafa sýnt að sterkar tengingar eru á milli þessara svæða sem bendir til þess að þarna sé um samverkandi kerfi að ræða. Samkvæmt kenningu Mesulams leiða truflanir í mismunandi stöðvum til mismunandi einkenna gaumstols. Til dæmis eru stöðvar í hvirfilblaði mikilvægar fyrir skynjun okkar á umhverfinu, en í framheila eru hins vegar stöðvar sem eru mikilvægar fyrir hreyfingu. Til að skýra þetta nánar getur gaumstol sjúklunga ekki bara verið fólgið í skynjunarvanda þeirra til vinstri heldur í því að þeir beita eða hreyfa síður eða ekki vinstri útlími sína þótt lömun sé ekki um að kenna. Þeir eru með öðrum orðum með hreyfigaumstol. Rannsóknir hafa sýnt að þetta tengist frekar skemmdum í svæðum í framheila.⁴⁵⁻⁴⁷

Hugarmyndakenningu Bisiachs og fleiri⁴⁸ má að hluta rekja til rannsókna þar sem sjúklingar þurftu að nota minni sitt og innri hugarmyndir (e. *internal representations*) við lausn verkefna. Kenningin á frumrætur sínar í frægri tilraun Bisiachs og Luzzattis⁴⁹ á tveimur gaumstolssjúklingum frá Mílanó. Í rannsóknarstofunni voru sjúklingarnir beðnir um að ímynda sér að þeir væru staddir á dómkirkjutorginu í Mílanó. Þegar þeir ímynduðu sér að þeir sneru andspænis dómkirkjunni, hinum megin á torginu við hana, gátu þeir lýst flestu sem var þeim á hægri hönd, en þetta snerist við þegar þeir voru beðnir um að ímynda sér að þeir væru rétt fyrir framan kirkjuna og sneru baki í hana. Þeir lýstu þá húsunum hægra megin sem þeir lýstu ekki áður. Þótt ekki sé með öllu auðvelt

að túlka þessar niðurstöður geta þær bent til þess að úrvinnsla sjúklunga á minnisupplýsingum sínum um torgið truflist en að með ákveðnum fyrirmælum megi leiða í ljós að þær eru enn til í minni sjúklings (þegar hann er beðinn um að snúa sér við í huganum lýsir hann því sem hann áður gaf ekki gaum). Ályktunin sem draga má af þessari og álíka niðurstöðum er sú að gaumstol er ekki einungis bundið við truflun í skynjun sjúklings á umhverfi eða athöfnum hans heldur jafnframt á úrvinnslu þeirra úr minni og hugarmyndum.

Loks er að geta kenninga sem byggja á því að í gaumstoli sé úrvinnsla upplýsinga sem berast með skynjun okkar og hreyfingu trufluð.⁵⁰ Kenningar af þessu tagi byggja á þeirri meginhugmynd að upplýsingar um stöðu okkar í rúmi komi frá mismunandi skynkerfum svo sem sjón, heyrn, og jafnvægiskerfi okkar. Til að rúmskynjun okkar sé rétt þurfum við því að vinna úr og samhæfa upplýsingar þessara ólíku skynkerfa í samfellda líkamsmiðaða hugarmynd um okkur sjálf sem gerir okkur kleift að hreyfa okkur og bregðast við áreitum í því rúmi sem við hrærumst í. Í kenningu Karnaths er samþættingu upplýsinga eignaður staður í efri gagnaugablaðsfellingu, eyjarblaði (e. *insula*) og á mótum gagnauga- og hvirfilblaðs. Gert er ráð fyrir að skemmdir á þessum svæðum leiði til gaumstols þar sem þær valdi truflun á umræddri samþættingu upplýsinga hjá gaumstolssjúklingum. Afleiðingin verður kerfisbundið frávik eða villa hjá sjúklingum um eigin líkamsstöðu í umhverfinu. Þetta leiðir til dæmis til þess að hugmyndir sjúklunga um beina stefnu fram eru skekktar um mismargar gráður til hægri. Eigi sjúklingur að benda beint fram bendir hann til hægri frá miðlínu og staðsetur miðlínu líkama síns hægra megin við hina eiginlegu miðlínu.^{19, 51-53}

Þótt ofangreind umræða sé ekki tæmandi um kenningar á gaumstoli hefur verið tæpt á þeim helstu. Eins og rakið er í fyrri grein¹ er gaumstol margþætt truflun og einkenni þess margvísleg. Sú staðreynd kann að koma í veg fyrir að hægt verði að setja saman eina kenningu sem að fullu skýri tilurð og eðli gaumstols. Mesulam⁵⁴ hefur bent á að svo geti farið að gaumstol verði greint í undirflokkum eins og málstol. Þó þær kenningar sem hér hefur verið minnst á byggja allar á tilteknum einkennum gaumstolssjúklunga og styðjist við vísindalegar rannsóknarniðurstöður, leyfir þekking okkar ekki á þessu stigi að álykta að ein kenning útiloki aðra en líklegt er að sannleikurinn um eðli gaumstols felist í einhvers konar samþættingu hugmynda úr þessum nokkuð margvíslegu kenningum.⁵⁵

Meðferðarúrræði við gaumstoli

Vegna þess hve margbreytileg gaumstolseinkenni geta verið hafa mörg meðferðarúrræði verið þróuð við trufluninni. Árangur af notkun þeirra er misgóður og hafa þau í mörgum tilfellum einungis áhrif á tiltekin einkenni. Þessi flóra mismunandi úrræða skýrist einnig að nokkru leyti af takmörkuðum skilningi á eðli gaumstols þar sem kenningar um gaumstol hafa ekki alltaf verið hafðar til hliðsjónar við þróun meðferðarúrræða. Þær meðferðir sem hér verður fjallað um hafa gefið hvað bestan árangur. Þær eiga það sameiginlegt að skila mestum árangri sé þeim beitt endurtekið. Jafnframt er samhliða beiting mismunandi úrræða talin geta aukið árangur meðferðar enn frekar.⁶

Meðferð gaumstols er oft og tíðum krefjandi vegna takmarkaðs innsæis sjúklunga í eigin vanda. Þess vegna getur reynst nauðsynlegt að reyna að opna augu sjúklings á eigin vanda áður en meðferð hefst. Þetta má til dæmis gera með því að gefa sjúklingi dæmi um athyglisvanda hans í daglegu lífi.⁵⁶ Slíkt eykur jafnframt líkur á að meðferðin skili árangri, sér í lagi þegar um meðferð er að ræða þar sem samvinna við sjúkling er nauðsynleg forsenda.

Strendings-aðlögun (e. *prism adaptation*)⁵⁷ hefur vakið meiri athygli og vonir um áhrifaríka meðferð en líklega nokkurt annað úrræði.^{6, 21, 58-66} Einn af helstu kostum aðferðarinnar er að hún er einföld, ódýr og fljótleg í framkvæmd.²² Rannsóknir hafa sýnt að strendings-aðlögun getur haft jákvæð áhrif á líkamstöðu, sjónræna ímyndun, augnhreyfingar, sjónleit og fleiri gaumstolseinkenni.⁶⁷⁻⁷² Dæmigerð strendings-aðlögunarmeðferð felst í að sjúklingur setur upp gleraugu með strendingi sem beinir sjónum þeirra 10° til hægri. Hann er svo beðinn um að benda endurtekið með vísifingri hægri handar á tiltekið áreiti fyrir framan sig sem er hægara sagt en gert því gleraugun valda viki frá áreitunum. Þegar sjúklingurinn sér frávikin aðlagast bendingar hans smám saman að staðsetningu áreitissins, og við lok meðferðar getur hann að jafnaði bent á áreitið án skekkju, vegna breytinga á samspili sjónkerfis og hreyfikerfis. Þegar strendings-glæraugun eru svo fjarlægð beinist sjón- og hreyfiskyn sjúklunga því lengra til vinstri en áður og felast meðferðaráhrifin í því. Áhrif strendings-aðlögunar hafa reynst vara lengur en áhrif margra annarra þekktra meðferðarúrræða við gaumstoli, allt frá tveimur klukkustundum⁵⁸ til nokkurra daga⁶⁶ eftir staka meðferðarlotu og endurteknar meðferðarlotur hafa skilað enn betri árangri.⁶⁵ Redding og Wallace⁷³ halda því fram að meðferðaráhrif strendings-aðlögunar felist í því að viðmiðunarrámi sjúklunga fyrir eigin skynjun og hreyfingu færast nær eðlilegu horfi sem leiðir til þess

að minnsta kosti hluti vinstra skynsviðsins færast inn í verk-vinnslurými (e. *task-work space*). Takið einnig eftir því að kenning Karnaths um gaumstol gerir ráð fyrir að miðlína skynsviðs gaumstolsjúklunga færast til hægri, og ef það er rétt má vera að strendingsaðlögun hafi bein áhrif á afstöðu miðlínunnar. Lífeðlisfræðilegar rannsóknir hafa svo leitt í ljós að virkni á svæðum sem tengjast gaumstoli breytist eftir strendingsaðlögun⁷⁴ sem rennir frekari stöðum undir þessa meðferð.

Sjónsviðsleppun (e. *hemifield-patching*) felst í að hægri auga sjúklings eða hægri sjónsvið beggja augna er hulið með lepp í nokkra daga. Þessi tækni þvingar fram sjónskönnun sjúklings til vinstri í hans daglega umhverfi. Nokkrar rannsóknir hafa leitt í ljós umtalsverðan bata í að minnsta kosti nokkrar klukkustundir til þriggja mánaða þegar sjónsviðsleppun er beitt endurtekið á nokkurra daga tímabili.^{75, 76}

Hugarmyndarþjálfun (e. *mental imagery training*) byggir á hugarmyndarkenningu Bisiachs um gaumstol. Reynt er með kerfisbundinni sjón- og hreyfimyndunarþjálfun að styrkja vitund sjúklings um vinstri hluta umhverfis síns. Endurtekin þjálfun getur leitt til þess að mörg einkenni gaumstols minnki og hafa áhrifin þegar best lætur varað allt að hálfu ári.^{77, 78}

Sjónræn skönnunarþjálfun (e. *visual scanning training*) er að líkindum algengasta meðferðin við gaumstoli.⁷⁹ Reynt er á kerfisbundinn hátt að kenna sjúklingum að beina athyglinni í auknum mæli til vinstri.⁸⁰⁻⁸² Dæmi um slíkt eru ábendingar meðferðaraðila þegar sjúklingur les ekki vinstri hluta setningar eða þegar honum er bent á að finna tiltekið áreiti (eins og til dæmis rauða lódrétta línu sem má nota í þessu skyni) lengst til vinstri við lestur. Þessi meðferð hefur reynst auðveldu sjúklingum lestur, skrif og að staðsetja hluti.⁸² Helsti ókosturinn er að yfirfærsla þjálfunar á nýjar aðstæður virðist vera lítil og að meðferðin er tímafrek – endurtekin þjálfun er nauðsynleg til að árangur náist.⁸⁴

Í hálstitrún (e. *neck muscle vibration*) er púði sem titrar (e. *vibration module*) festur á ákveðinn stað á hálsi sjúklingsins. Púðinn er látinn titra áður en og/eða á meðan sjúklingar framkvæma tiltekið gaumstolspróf eins og til dæmis sjónleitarverkefni. Hjöðnun gaumstolseinkenna í kjölfar meðferðar⁸⁵ má að líkindum rekja til endurstillingar skynjunar sjúklunga á eigin líkamsmiðju vegna eftiráhrifa titrunar á innra eyra (e. *vestibule*) eða vegna raunverulegra skynbreytinga á stöðu höfuðs á bók. Meðferðin hefur reynst bæta árangur gaumstolsjúklunga á ýmsum taugasálfræðilegum prófum. Áhrifin eru þó oftast skammvinn eftir staka meðferðarlotu.⁸⁶⁻⁸⁸ Endurtekin meðferð hefur hins

vegar skilað ágætum bata til lengri tíma.⁸⁹ Þegar hálstitrún er beitt ásamt sjónrænni skönnunarþjálfun geta áhrif meðferðar varað allt að tveimur mánuðum og yfirfærst á margar athafnir daglegs lífs.⁹⁰ Rannsóknir hafa leitt í ljós að blóðflæði eykst á svæðum eins og á mótum gagnauga- og hvirfilsblaðs í kjölfar slíkrar meðferðar.⁹¹

Endursvörunarþjálfun (e. *feedback training*) byggir á þeirri hugmynd að sjúklingar þurfi að öðlast innsæi í eigin skyn- og hreyfiraskanir áður en eiginleg meðhöndlun gaumstols geti hafist.⁹² Sem dæmi eru sjúklingum sýndar myndbandsupptökur af sjálfum sér þegar þeir gefa áreitum vinstra megin við þá ekki gaum. Sjúklingar sem öðlast hafa aukið innsæi með þessari meðferð eru líklegri til að nota að staðaldri aðferðir eins og sjónræna skönnun í daglegu lífi sem eykur líkur á að þeir gefi hlutum í vinstra sjónsviði gaum.⁹³ Áhrif geta varað í allnokkurn tíma (12 mánuði) með endurtekinni meðferð.⁹⁵

Loks er að nefna útlímameðferð (e. *limb activation*) sem á rætur sínar í þeirri hugmynd að með því að auka virkni skaddaða heilahvelsins megi minnka gaumstol. Þetta hefur verið reynt til dæmis með því að lamaður vinstri útlímur sjúklings er hreyfður eða sjúklingur sjálfur beðinn um að hreyfa hann. Svo virðist sem slík hreyfing vinstri handleggis geti dregið úr gaumstolseinkennum og aukið lífsgæði sjúklings.⁹⁶⁻¹⁰⁰ Rannsóknir hafa leitt í ljós að ýmis einkenni gaumstols minnka við endurtekna meðferðarlotur og að áhrif geta varað allt að mánuð.¹⁰¹

Fleiri meðferðarleiðir við gaumstoli eru til sem of langt mál væri að telja upp hér. Lærdómurinn sem draga má af ofangreindu virðist vera að mismunandi meðferðarleiðir gefa takmarkaðan og ólíkan árangur,¹⁰² og að samhliða beiting tveggja eða fleiri meðferðarleiða geti hugsanlega leitt til betri árangurs en beiting þeirra, hvortrá í sínu lagi.

Hafa ber í huga að við mat á meðferðarárangri hefur oftast verið beitt sértækum gaumstolsprófum en ekki atferlisgreiningu á athöfnum daglegs lífs sjúklings.

Lokaorð

Þekkingu á gaumstoli fleygir fram en þó er ljóst að skilningi okkar á gaumstoli er um margt ábótavant. Heilablóðfall, sem er algengasta orsök röskunarinnar, veldur einnig lömun, skyntruflunum, lyndisröskunum og minnstruflunum svo eitthvað sé nefnt. Þegar teknar eru ákvarðanir um meðferð og endurhæfingu þarf að taka mið af þessum staðreyndum.

Sérhæfðir meðferðarmöguleikar sem standa

íslenskum gaumstolssjúklingum til boða hafa takmarkast að mestu við sjónræna skönnunarþjálfun. Fjölga þarf sérhæfðum meðferðarmöguleikum á Íslandi í samræmi við almenna meðferð eins og hreyfiþjálfun til að auka lífsgæði gaumstolssjúklinga. Ekkert eitt úrræði getur leitt til meira en takmarkaðs bata á einkennum varanlegs gaumstols hjá meirihluta sjúklinga þar sem áhrif hafa varað að hámarki í nokkrar vikur eftir eina meðferðarlotu. Líklegt má telja að árangursríkasta meðferðarformið geti falist í samhliða notkun þeirra úrræða sem hafa verið rædd hér, meðal annars vegna þess hve einkenni gaumstols geta verið mörg og mismunandi ásamt mögulegum samlegðaráhrifum. Mörgum spurningum um gaumstol er ósvarað. Greinarhöfundar munu bráðlega hefja rannsókn hér á landi þar sem ný meðferðarúrræði verða athuguð. Meðal annars verður hálstitrún og strendingsaðlögun beitt samhliða.

Heimildir

- Hjaltason H, Sævarsson S. Gaumstol: Einkenni, tíðni, greining og horfur. *Læknablaðið* 2007; 93: 681-7.
- Heilmann KM, Bowers D, Valenstein E, Watson RT. Hemispace and hemispatial neglect. Í Jeannerod M ritstj. *Neuropsychological and Neuropsychological Aspects of Spatial Neglect*, Elsevier Science Publishers Company, New York 1987: 115-50.
- Halligan PW, Marshall JC. The history and clinical presentation of neglect. Í Robertson IH, Marshall JC eds. *Unilateral neglect: clinical and experimental studies*. Lawrence Erlbaum, Hillsdale, NJ 1993: 3-25.
- Buxbaum LJ, Ferraro MK, Veramonti T, et al. Hemispatial neglect: Subtypes, neuroanatomy, and disability. *Neurology* 2004, 62: 749-56.
- Halsband U, Gruhn S, Ettliger G. Unilateral spatial neglect and defective performance in one half of space. *Int J Neurosci* 1985; 28: 173-95.
- Rossetti Y, Rode G. Reducing spatial neglect by visual and other sensory manipulations: noncognitive (physiological) routes to the rehabilitation of a cognitive disorder. Í Karnath H-O, Milner D, Vallar G ritstj. *The Cognitive and Neural Bases of Spatial Neglect* (kafli 7.2). New York: Oxford University Press 2002.
- Vallar G. The anatomical basis of spatial neglect in humans. Í Robertson IH, Marshall J ritstj. *Unilateral Neglect: Clinical and Experimental Studies*. Lawrence Erlbaum Associates, Hove 1993: 27-53.
- Bisiach E, Vallar G. Hemineglect in Humans. Í Boller P, Grafman J. ritstj. *Handbook of Neuropsychology* vol.1. Amsterdam: Elsevier North-Holland 1988.
- Maeshima S, Terada T, Nakai K, et al. Unilateral spatial neglect due to a haemorrhagic contusion in the right frontal lobe. *J Neurol* 1995; 242: 613-7.
- Prilipko O, Seeck M, Mermillod B, Landis T, Pegna AJ. Postictal but not interictal hemispatial neglect in patients with seizures of lateralized onset. *Epilepsia* 2006; 47: 2046-51.
- Kinsbourne M. Hemispace and hemispatial neglect. Í Jeannerod M ritstj. *Neuropsychological and Neuropsychological Aspects of Spatial Neglect*, Elsevier Science Publishers Company, New York 1987: 69-86.
- Heilmann KM, Watson RT, Valenstein E. Neglect: Clinical and anatomic issues. Í Feinberg TE, Farah MJ ritstj. *Behavioral neurology and neuropsychology* 2nd edn New York: McGraw-Hill 2003: 303-12.
- Gitelman DR, Nobre AC, Parrish TB, et al. A large-scale distributed network for covert spatial attention. *Brain* 1999; 122: 1093-106.
- Avillac M, Deneve S, Olivier E, Pouget A, Duhamel JR. Reference frames for representing visual and tactile locations in parietal cortex. *Nat Neurosci* 2005; 8: 941-9.

15. Kristjánsson Á, Vuilleumier P, Malhotra P, Husain M, Driver J. Priming of color and position during visual search in unilateral spatial neglect. *J Cogn Neurosci* 2005; 17: 859-73.
16. Kristjánsson Á, Vuilleumier P, Schwartz S, Macaluso E, Driver J. (2007). Neural basis for priming of pop-out revealed with fMRI. *Cerebral Cortex* 2007; 17: 1612-24.
17. Saevarsson S, Jóelsdóttir S, Hjaltason H, Kristjánsson Á. Repetition of distractor sets improves visual search performance in hemispatial neglect. *Neuropsychologia* 2008; 46: 1161-9.
18. Mort JM, Malhotra P, Mannan SK, et al. The anatomy of visual neglect. *Brain* 2003; 126: 1986-1997.
19. Karnath H-O, Ferber S, Himmelbach M. Spatial awareness is a function of the temporal not the posterior parietal lobe. *Nature* 2001; 411: 903-4.
20. Karnath H-O, Berger MF, Küker W, Rorden C. The anatomy of spatial neglect based on voxelwise statistical analysis: a study of 140 patients. *Cerebral Cortex* 2004; 14: 1164-72.
21. Vallar G, Perani D. The anatomy of unilateral neglect after righthemisphere stroke lesions. A clinical/CT-scan correlation study in man. *Neuropsychologia* 1986; 24: 609-22.
22. Danckert J, Ferber S. Revisiting unilateral neglect. *Neuropsychologia* 2006; 44: 987-1006.
23. Husain M, Kennard C. Visual neglect associated with frontal lobe infarction. *J Neurol* 1996; 243: 652-7.
24. Karnath H-O, Himmelbach M, Rorden C. The subcortical anatomy of human spatial neglect: putamen, caudate nucleus, and pulvinar. *Brain* 2002; 125: 350-60.
25. Bird CM, Malhotra P, Patron A, Coulthard E, Rushworth MF, Husain M. Visual neglect after right posterior cerebral artery infarction. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2006; 77: 1008-12.
26. Halligan PW, Fink GR, Marshall JC, Vallar G. Spatial cognition: Evidence from visual neglect. *Trends Cogn Sci* 2003; 7: 125-33.
27. Catani M, ffytche DH. (2007). The rises and falls of disconnection syndromes. *Brain* 2007; 128: 2224-39.
28. Corbetta M, Schulman GL. Control of goal-directed and stimulus-driven attention in the brain. *Nat Rev Neurosci* 2002; 3: 201-15.
29. Geng JJ, Eger E, Ruff C, Kristjánsson Á, Rothstein P, Driver J. On-line attentional selection from competing stimuli in opposite visual fields: Effects on human visual cortex and control processes. *J Neurophysiol* 2006; 96: 2601-12.
30. Ruff CC, Kristjánsson Á, Driver J. Readout from iconic memory involves similar neural processes as selective spatial attention. *Psychological Sci* 2007; 18: 901-9.
31. Hilgetag CC, Théoret H, Pascual-Leone A. Enhanced visual spatial attention ipsilateral to rTMS 'virtual lesions' of human parietal cortex. *Nature Neuroscience* 2001; 4: 953-7.
32. Corbetta M, Kincade JM, Shulman GL. Neural systems for visual orienting and their relationships to spatial working memory. *J Cogn Neurosci* 2002; 14: 508-23.
33. Goodale MA, Milner AD. Separate visual pathways for perception and action. *Trends Neurosci* 1992; 15: 20-55.
34. Heilman KM, Watson RT, Valenstein E. Spatial neglect. Í Karnath H-O, Milner D, Vallar G ritstj. *The cognitive and Neural Bases of Spatial Neglect*. New York: Oxford University Press 2002: 20-2.
35. Heilman KM, Valenstein E. Mechanisms underlying hemispatial neglect. *Ann Neurol* 1979; 5: 166-77.
36. Kinsbourne M. Orientational bias model of unilateral neglect: evidence from attentional gradients within hemispace. Í Robertson IH, Marshall J ritstj. *Unilateral neglect: Clinical and Experimental studies*. Hove: LEA publishers 1993: 63-6.
37. Posner MI, Petersen SE. The attention system of the human brain. *Ann Rev Neurosci* 1990; 13: 25-42.
38. Posner MI, Walker JA, Friedrich FA, Rafal RD. Effects of parietal injury on covert orienting of attention. *J Neurosci* 1984; 4: 1863-74.
39. Baynes K, Holtzman JD, Volpe BT. Components of visual attention. Alterations in response pattern to visual stimuli following parietal lobe infarction. *Brain* 1986; 109: 99-114.
40. Fernandez-Duque D, Posner MI. Relating the mechanism of orienting and alerting. *Neuropsychologia* 1997; 35: 477-86.
41. Mark VW, Kooistra CA, Heilmann KM. Hemispatial neglect affected by non-neglected stimuli. *Neurology* 1988; 38: 1207-11.
42. Hjaltason H, Tegnér R. Darkness improves line bisection in unilateral spatial neglect. *Cortex* 1992; 28: 353-8.
43. Mesulam MM. A cortical network for directed attention and unilateral neglect. *Ann Neurol* 1981; 10: 309-25.
44. Mesulam MM. From sensation to cognition. *Brain* 1998; 121: 1013-52.
45. Bisiach E, Geminiani G, Berti A, Rusconi ML. Perceptual and premotor factors of unilateral neglect. *Neurol* 1990; 40: 1278-81.
46. Tegnér R, Levander M. The influence of stimulus properties on visual neglect. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1991; 54: 882-7.
47. Bisiach E, Berti A. Consciousness in Dyschiria. In Gazzaniga MS (ed.). *The cognitive neuroscience*. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts 1995: 1331-40.
48. Bisiach E, Capiatani E, Luzzatti C, Perani D. Brain and conscious representations of outside reality. *Neuropsychologia* 1981; 19: 543-51.
49. Bisiach E, Luzzatti C. Unilateral neglect of representational space. *Cortex* 1978; 14: 129-33.
50. Karnath H-O. Subjective body orientation in neglect and the interactive contribution of neck muscle proprioception and vestibular stimulation. *Brain* 1994; 117: 1001-12.
51. Karnath H-O, Berger MF, Küker W, Rorden C. The Anatomy of Spatial Neglect based on Voxelwise Statistical Analysis: A Study of 140 Patients. *Cerebral Cortex* 2004; 14: 1164-72.
52. Vallar G. Spatial frames of reference and somatosensory processing: a neuropsychological perspective. *Phi Trans Roy Soc BB* 1997; 352: 1401-9.
53. Karnath H-O, Dieterich M. Spatial neglect – a vestibular disorder? *Brain* 2006; 129: 293-305.
54. Mesulam MM. The multiplicity of neglect phenomena. Í Halligan PW, Marshall JC ritstj. *Spatial neglect. Position papers on theory and practice*. Lawrence Erlbaum Associates, Hove 1994: 173-6.
55. Halligan PW, Marshall JC. Toward a principled explanation of unilateral neglect. *Cogn Neuropsychol* 1994; 11: 167-206.
56. Shaw J. The Assessment and Rehabilitation of Visual Spatial Disorders Í Johnstone B, Stonnington H ritstj., *The Rehabilitation of Neuropsychological Disorders - A Practical Guide for Rehabilitation Professionals and Family Members*. Philadelphia: Psychology Press 2001: 125-60.
57. Spillmann L, Wooten B. eds. *Sensory experience, adaptation and perception: Festschrift for Ivo Kohler*. NJ: Lawrence Erlbaum Associates 1984.
58. Rossetti Y, Rode G, Pisella L, et al. Prism adaptation to a rightward optical deviation rehabilitates left hemispatial neglect. *Nature* 1998; 395: 166-9.
59. Manly T, Mattingley JB. Visuospatial and attentional disorders. Í Goldstein LH, McNeil JE (ritstj.). *Clinical Neuropsychology: A Practical Guide to Assessment and Management for Clinicians* (bls. 229-252). West Sussex: John Wiley and Sons Ltd 2003.
60. Davies AA. Disorders of spatial orientation and awareness: unilateral neglect. Í Ponsford J ritstj., *Cogn Behav Rehab*. New York: The Guilford Press, 2004: 175-223.
61. Parton A, Husain M. Spatial neglect. *ACNR* 2004; 4: 17-8.
62. Parton A, Malhotra P, Husain M. Hemispatial neglect. *J Neurol, Neurosurg Psychiatry* 2004; 75: 12-21.
63. Milner AD, McIntosh RD. The neurological basis of visual neglect. *Curr Op Neurol* 2005; 18: 748-53.
64. Farnè A, Rossetti Y, Toniolo S, Ladavas E. Ameliorating neglect with prism adaptation: visuo-manual and visuo-verbal measures. *Neuropsychologia* 2002; 40: 718-29.
65. Frassinetti F, Angeli V, Meneghello F, Avanzi S, Ladavas E. Long lasting amelioration of visuospatial neglect by prism adaptation. *Brain* 2002; 125: 608-23.
66. Pisella L, Rode G, Alessandro F, Boisson D, Rossetti Y. Dissociated long lasting improvements of straight-ahead pointing and line bisection tasks in two hemineglect patients. *Neuropsychologia* 2002; 40: 327-34.
67. Tilikete C, Rode G, Rossetti Y, Pichon J, Li L, Boisson D. Prism adaptation to rightward optical deviation improves postural imbalance in left-hemiparetic patients. *Curr Biol* 2001; 11: 524-8.
68. Rode G, Rossetti Y, Li L, Boisson D. Improvement of mental imagery after prism exposure in neglect: a case study. *Behav Neurol* 1998a; 11: 251-8.
69. Rode G, Rossetti Y, Boisson D. Prism adaptation improves representational neglect. *Neuropsychologia* 2001; 39: 1250-4.
70. Ferber S, Danckert J, Joanisse M, Goltz HC, Goodale MA. Eye movements tell only half the story. *Neurology* 2003; 60: 1826-9.
71. Rode G, Pisella L, Rossetti Y, Farnè A, Boisson D. Bottom-up transfer of sensory-motor plasticity to recovery of spatial attention: visuomotor adaptation and spatial neglect. *Prog Brain Res* 2003; 142: 273-87.
72. Saevarsson S, Kristjánsson Á, Hildebrandt H, Halsband U. Prism adaptation improves visual search in hemispatial neglect. *Neuropsychologia*, Í prentun.

73. Redding GM, Wallace B. Prism adaptation and unilateral neglect: Review and analysis. *Neuropsychologia* 2006; 44: 1-20.
74. Luauté J, Michel C, Rode G, Pisella L, et al. Functional anatomy of the therapeutic effects of prism adaptation on left neglect. *Neurol* 2006; 66: 1859-67.
75. Beis J-M, André J-M, Baumgarten A, Challier B. Eye patching in unilateral spatial neglect: Efficacy of two methods. *Arc Phys Med Rehab* 1999; 80: 71-6.
76. Zeloni G, Farne A, Baccini M. Viewing less to see better. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2002; 73: 195-8.
77. Smania N, Bazoli F, Piva D, Guidetti G. Visuomotor imagery and rehabilitation of neglect. *Arc Phys Med Rehab* 1997; 78: 430-6.
78. Niemeier JP, Cifu DX, Kishore R. The lighthouse strategy: improving the functional status of patients with unilateral neglect after stroke and brain injury using a visual imagery intervention. *Top Stroke Rehabil* 2001; 8: 10-8.
79. Bahannon RW. Evaluation and treatment of sensory and preceptual impairments following stroke. *Top Geriatric Rehabil* 2003; 19: 87-97.
80. Weinberg J, Diller L, Gorden W, et al. Visual scanning training effect on reading-related tasks in acquired right brain damage. *Arc Phys Med Rehab* 1977; 58: 479-86.
81. Weinberg J, Diller L, Gorden W, et al. Training sensory awareness and spatial organization in people with right brain damage. *Arc Phys Med Rehab* 1979; 69: 491-6.
82. Gordon WA, Hibbard MR, Egelko S, et al. Perceptual remediation in patients with right brain damage: a comprehensive program. *Arc Phys Med Rehab* 1985; 66: 353-9.
83. Paolucci S, Antonucci G, Guariglia C, Magnotti L, Pizzamiglio L, Zoccolotti P. Facilitatory effect of neglect rehabilitation on the recovery of left hemiplegic stroke patients: a cross-over study. *J Neurol* 1996; 243: 308-14.
84. Antonucci G, Guariglia C, Judica A, et al. Caloric stimulation in neglect: evaluation of response as a function of neglect type. *J Clin Experim Neuropsychol* 1995; 17: 383-9.
85. Karnath H-O, Christ K, Hartje W. Decrease of contralateral neglect by neck muscle vibration and spatial orientation of trunk midline. *Brain* 1993; 116: 383-96.
86. Schindler I, Kerkhoff G. Head and trunk orientation modulate visual neglect. *NeuroReport* 1997; 8: 2681-5.
87. Perennou DA, Leblond C, Amblard B, Micallef JP, Herisson C, Pelissier JY. Transcutaneous electric nerve stimulation reduces neglect-related postural instability after stroke. *Arc Phys Med Rehab* 2001; 82: 440-8.
88. Rode G, Tilikete C, Charlopain P, Boisson D. Postural asymmetry reduction by vestibular caloric stimulation in left hemiparetic patients. *Scand J Rehab Med* 1998b; 30: 9-14.
89. Johannsen L, Ackermann H, Karnath H-O. Lasting amelioration of spatial neglect by treatment with neck muscle vibration even without concurrent training. *J Rehab Med* 2003; 35: 249-53.
90. Schindler I, Kerkhoff G, Karnath H-O, Keller I, Goldenberg G. Neck muscle vibration induces lasting recovery in spatial neglect. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2002; 73: 412-9.
91. Bottini G, Karnath HO, Vallar G, et al. Cerebral representations for egocentric space: Functional-anatomical evidence from caloric vestibular stimulation and neck vibration. *Brain* 2001; 124: 1182-96.
92. McGlynn SM, Schacter DL. Unawareness of deficits in neuropsychological syndromes. *J Clin Experim Neuropsychol* 1989; 1: 143-205.
93. Tham K, Ginsburg E, Fisher AG, Tegner R. Training to improve awareness of disabilities in clients with unilateral neglect. *Am J Occup Ther* 2001; 55: 46-54.
94. Soderback I, Bengtsson I, Ginsburg E, Ekholm J. Video feedback in occupational therapy: its effects in patients with neglect syndrome. *Arc Phys Med Rehab* 1992; 73: 1140-6.
95. Harvey M, Hood B, North A, Robertson IH. The effects of visumotor feedback training on the recovery of hemispatial neglect symptoms: assessment of a 2-week and follow-up intervention. *Neuropsychol* 2003; 41: 886-93.
96. Halligan PW, Marshall JC. Laterality of motor response in visuo-spatial neglect: A case study. *Neuropsychol* 1989; 27: 1301-17.
97. Robertson IH, North N. Active and passive activation of left limbs: Influence on visual and sensory neglect. *Neuropsychol* 1993; 31: 293-300.
98. Robertson IH, Hogg K, McMillan TM. Rehabilitation of unilateral neglect: improving function by contralesional limb activation. *Neuropsychol Rehab* 1998; 8: 19-29.
99. Eskes GA, Butler B, McDonald A, Harrison ER, Phillips SJ. Limb activation effects in hemispatial neglect. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. *Arc Phys Med Rehab* 2003; 84: 323-8.
100. Brunila T, Lincoln N, Lindell A, Tenovuo O, Hämäläinen H. Experiences of combined visual training and arm activation in the rehabilitation of unilateral visual neglect: a clinical study. *Neuropsychol Rehab* 2002; 12: 27-40.
101. Samuel C, Louis-Dreyfus A, Kaschel R, et al. Rehabilitation of very severe unilateral neglect by visuo-spatio-motor cueing: two single case studies. *Neuropsychol Rehab* 2000; 10: 385-99.
102. Bisiach E, Pizzamiglio L, Nico D, Antonucci G. Beyond unilateral neglect. *Brain* 1996; 119: 851-7.

Unilateral neglect: A review of causes, anatomical localization, theories and interventions

Unilateral neglect is usually caused by right hemisphere damage from stroke, leading to difficulties in attending to stimuli in the left perceptual hemifield. As an example, a patient suffering from neglect may read only the right part of a word or the right part of sentences, or eat only from the right side his plate. Neglect is more common, and most often more severe, following infarcts in the right hemisphere than the left. Brain damage leading to neglect usually involves infarcts in the inferior parietal lobe,

temporo-parietal junction and/or the superior temporal lobe. Most theories of the nature of neglect assume that neglect involves dysfunctional attentional mechanisms. Increased understanding of neglect has led to the development of several effective therapeutic interventions, where prism adaptation has received the most attention in recent years. This article reviews brain damage in neglect, theories of neglect, therapeutic methods for neglect and their possible future developments.

Key words: *Unilateral neglect, attention, visual perception, location of lesions, theories, interventions.*

Saevarsson S, Kristjansson A, Hjaltason H. Unilateral neglect: A review of causes, anatomical localization, theories and interventions. *Icel Med J* 2009; 95: 27-33.

Correspondence: Styrmir Saevarsson: saevarsson@daad-alumni.de