

# Segabrottnám við brátt blóðþurrðarslag er mesta framför í læknisfræði í áraraðir

## Erum við tilbúin til að veita slíka meðferð á Íslandi?

Albert Páll Sigurðsson læknir

### ÁGRIP

Segabrottnám við brátt blóðþurrðarslag er eitt mesta framfaraskref í æða-lækningum í áraraðir. Meðferðin er flókin, en farið er yfir ýmis tæknileg atriði sem huga þarf að. Nána samvinnu þarf milli mismunandi sérgreina þar sem val sjúklunga til meðferðar er flókið. Innæðalækningar þurfa að vera í náinni samvinnu við slaglækna. Meðferðin krefst skipulagsbreytinga, sennilega með auknum mannafla og kostnaði. Fjarlækningar auka gjöf segaleysandi meðferðar við brátt blóðþurrðarslag og vegna tækniframfara er auðveldara að veita slíka þjónustu, en hins vegar þarf að ryðja ýmsum

hindrunum úr vegi þannig þær geti orðið að veruleika. Ljóst má vera að fjarlækningar gætu einnig gagnast við segabrottnám. Erfitt getur reynt að veita svo flókna meðferð í 343.000 manna dreifðu samfélagi þar sem skortur er á sérhæfðri þekkingu á mörgum stöðum. Mikilvægt er að hafa í huga þá miklu áskorun sem almenn innleiðing kransæðaþræðinga var á sínum tíma, en þeim hindrunum var rutt úr vegi. Getum við dregið lærdóm af því?

### Inngangur

Mikil framför varð í meðferð slaga eftir 1997 þegar niðurstöður rannsókna sýndu að sjúklingum sem meðhöndlaðir voru á slageiningu farnaðist betur en þeim sem lágu á almennum lyf-lækningadeildum. Slík meðferð dró úr dauðsföllum, fötlun og ótímabærum innlögnum á hjúkrunarheimili. Þessi árangur var ekki einskorðaður við neinn undirflokk slaga.<sup>1-3</sup>

Næsta framfaraskrefið var gjöf segaleysandi lyfja (*tissue plasminogen activator* (t-PA; alteplase<sup>®</sup>)) í bláæð hjá sjúklingum með brátt blóðþurrðarslag, en meðferðin dregur úr fötlun.<sup>4-6</sup> Hins vegar eru ýmsir annmarkar á t-PA gjöf eins og þröngur tímarammi, frábendingar fyrir meðferð auk hættu á blæðingum.<sup>7</sup> Snemmbært endurflæði sést eingöngu hjá 13-20% sjúklunga með lokun á innankúpu innri hálsslagæð eða fyrsta hluta miðheilaslagæðar eða báðum (mynd 1).<sup>8-11</sup> Auk þess virðist t-PA í bláæð ekki eins gagnlegt við að opna lokanir stærri innankúpuslagæða sem valda um þriðjungi bráðra blóðþurrðarslaga í fremri blóðveitu.<sup>12,13</sup> Snemmbær enduroppnun eftir t-PA í bláæð sést aðeins hjá þriðjungi sjúklunga með lokanir á neringarsvæði innri hálsslagæðar<sup>14</sup> en horfur án endurflæðis eru vanalaga slæmar.<sup>15</sup> Meðal sjúklunga með æðalokun í fremri blóðrás deyja um 60-80% eða ná ekki að verða sjálfbjarga.<sup>16,17</sup> Aðalorsök þess er takmarkaður árangur t-PA í bláæð að tryggja endurflæði hjá sjúklingum með stóræðalokanir.<sup>18,19</sup>

Þriðja stærsta framfaraskerfið í meðferð bráðra blóðþurrðarslaga er segabrottnám (*thrombectomy*) í stóræða blóðþurrðarslagi. Það er

ein öflugasta meðferð á sviði læknisfræðinnar þar sem einungis þarf að meðhöndla 5 sjúklunga til þess að fá einn einstakling sem verður sjálfbjarga (tafla 1).<sup>20</sup> Fimm rannsóknir sem birtust í upphafi árs 2015<sup>17,21-24</sup> teknar saman í HERMES-safngreiningu (höfundar höfðu beinan aðgang að grunnupplýsingum úr rannsóknunum),<sup>20</sup> hafa leitt til breyttra leiðbeininga í Bandríkjunum, Evrópu og í Kanada.<sup>25-27</sup> Mörg önnur lönd eru að íhuga slíkar breytingar hvað varðar meðferð bráðra blóðþurrðarslaga. Auk þessara rannsókna hafa bæst við tvær aðrar rannsóknir,<sup>28</sup> (önnur þeirra: *Trial and Cost Effectiveness Evaluation of Intra-arterial Thrombectomy in Acute Ischemic Stroke*, hefur ekki enn verið birt) en líkt og rannsóknir sem komu í kjölfar fyrstu rannsóknarinnar (MRCLEAN),<sup>17</sup> varð að hætta þeim öllum fyrr en áætlað var vegna afgerandi árangurs rannsóknarmeðferðarinnar miðað við samanburðarhóp.

Þrátt fyrir skýrar vísbendingar um notagildi segabrottnáms þarf að beita klínísku mati hjá sjúklingum sem ekki uppfylltu þátttökuskilyrði þessara rannsókna. Einnig er meiriháttar áskorun hvernig skipuleggja eigi útbreidda þjónustu slíkrar meðferðar í ólíkum heilbrigðiskerfum.

Í öllum þessum rannsóknum þurfti að sýna fram á stóræðalokun með ekki ífarandi myndrannsókn (aðallega tölvusneiðmynd með æðamyndatöku, TSÆ). Þétt æð, sérstaklega sýnileg með þunnusneiða tölvusneiðmynd (TS) án skuggaefnis hefur mikið næmi og sértæki við greiningu bráðrar segalokunar.<sup>29</sup> TSÆ ætti hins vegar einnig að ná til ósæðarboga til að auðvelda íhlutandi innæðameðferð. Sum sjúkrahús hafa reynt að gera TSÆ eingöngu hjá sjúklingum með alvarlegt slag þar sem stóræðalokanir eru algengar. Hins vegar eru sjúklingar með vægara klínískt brottfall einnig líklegir að vera með stóræðalokanir (um 10% sjúklunga með <6 á National Institutes of Health Stroke Scale, NIHSS) (tafla IIa) og versna síðar.<sup>30</sup> Kerfisbundin nálgun með TS og/eða TSÆ og

Taugadeild Landspítala Fossvogi.

alberts@landspitali.is

<https://doi.org/10.17992/ibl.2018.01.169>

Greinin barst til blaðsins 31. júlí 2017, samþykkt til birtingar 5. desember 2017.

Tafla I. Endurbættur Rankin-kvarðin.

Stig	Lýsing
0	Einkennalaus.
1	Óveruleg fötlun þrátt fyrir einkenni; annast allar vanalegar skyldur og störf.
2	Væg fötlun; getur ekki framkvæmt öll fyrri störf en annast eigin mál án aðstoðar.
3	Meðal fötlun, þarf einhverja aðstoð, en gengur án aðstoðar.
4	Meðal slæm fötlun; þarf aðstoð við gang og við umönnun eigin líkamlegra þarfa.
5	Slæm fötlun; rúmfastur, ekki stjórn á þvagi og hægðum og þarf stöðugt hjúkrunaraðgát og aðhlyningu.
6	Dauði.

hágæða myndheimt, einföldum rannsóknum sem flestir röntgenlæknar þekkja, ásamt samræmdum vinnuferlum ætti að leiða til hraðari meðferðar. Stungið hefur verið upp á að fyrsta myndrannsókn fari fram á æðarannsóknastofu. Þó slíkt væri tæknilega gert á sumum stöðum er hlutfall sjúklinga sem síðar færu í segabrottnám innan við 10%. Þetta myndi leiða til óskilviki í notkun æðarannsóknastofa nema sjúklingum hafi verið forgangsraðað.

### Aðferðir

Greinar um segabrottnám, segaleysandi meðferð, auk fjarlækninga, voru kannaðar og heimildir sem lágu þeim að baki. Greinar voru valdar út frá mikilvægi og þýðingu fyrir ritun þessarar yfirlitsgreinar. Einnig var gerð OVID, PubMed og Google leit við-eigandi efna. Þar sem um nýlega meðferð er að ræða eru upplýsingar ekki allar gagnreyndar. Leitin takmarkaðist við efni á ensku. Andrew Demchuk aðstoðarprófessor við háskólann í Calgary í Kanada gaf ráðleggingar um hvernig skipuleggja mætti slíka meðferð á Íslandi. Demchuk er einn af frumkvöðlum segabrottnáms við brátt blóðþurrðarslag, meðhöfundur ESCAPE-rannsóknarinnar, og hélt erindi um þetta á Læknadögum 2016.

### Hvaða slagæð hentar fyrir segabrottnám?

Allar rannsóknir á segabrottnámi náðu til lokana í innankúpuhluta innri hálsslagæðar og fyrsta hluta miðheilaslagæða (mynd 1). Fáar rannsóknir náðu til annars hluta miðheilaslagæðar og nær engar til fremri eða aftari heilaslagæða. Meiri áskorun er í meðhöndlun lokana í smærri slagæðum (þriðji hluti miðheilaslagæða) með þeim tækjum sem til eru í dag. Í ljósi þess að minna svæði heilans er í hættu og meiri líkur á enduropnun með t-PA, er áhætta og ávinningur innæðaopnana við slíkar kringumstæður óljós. Hins vegar voru engar vísbendingar um misleitni meðferðaráhrifa hjá sjúklingum með annars hluta miðheilaslagæðarlokanir í rannsóknunum.<sup>20</sup> Þær æðar getað þjónað mjög breytilegum svæðum heilans. Meðhöndlun sjúklinga með slíkar aðgengilegar lokanir í nærhluta er því raunhæf.

Utankúpu innri hálsslagæðalokanir voru útilokaðar í stórrí rannsókn til þess að koma í veg fyrir áhrif af samhliða hálsæðavíkkun og stoðnetsísetningu í rannsóknunum. Engu að síður var

nægur fjöldi sjúklinga með slík vandamál valinn af handahófi í öðrum rannsóknum til að sýna fram á ótvírætt gagn segabrottnáms hjá þessum hópi með tvíþætt æðavandamál (þrengsli/lokun í hálsslagæð bæði utan og innan kúpu).<sup>20</sup> Ekki er ljóst hver eru ákjósanlegustu meðferðarúrræði við þessar kringumstæður, ísetning stoðnets eða æðablásning, í hvaða röð á að meðhöndla utan- og innankúpuþrengsli og hvort leyfa ætti blóðflöguhamlandi meðferð fyrir aðgerð, til þess að koma í veg fyrir endurlökun, gagnvart hættunni á blæðingu í drep.

Lokanir í botnslagæð (*a. basilaris*) voru útilokaðar í öllum rannsóknum. Ein lítil slembirannsókn sýndi þó sterk tengsl milli enduropnunar og betri útkomu við þessar kringumstæður en sést við stíflur í fremri blóðveitu.<sup>31</sup> Frekari rannsóknir á þessum hópi eru í gangi.<sup>32</sup> Hjá stofnunum sem ekki taka þátt í þessari rannsókn og í ljósi dapurlegra afleiðinga viðvarandi lokunar á botnslagæð er ekki óhugsandi að beita segabrottnámi hjá þessum sjúklingum. Oft hefur verið bent á að tími að enduropnun við lokanir í botnslagæð gæti verið lengri en fyrir fremri blóðveitu, en vísbendingar um það vantar.

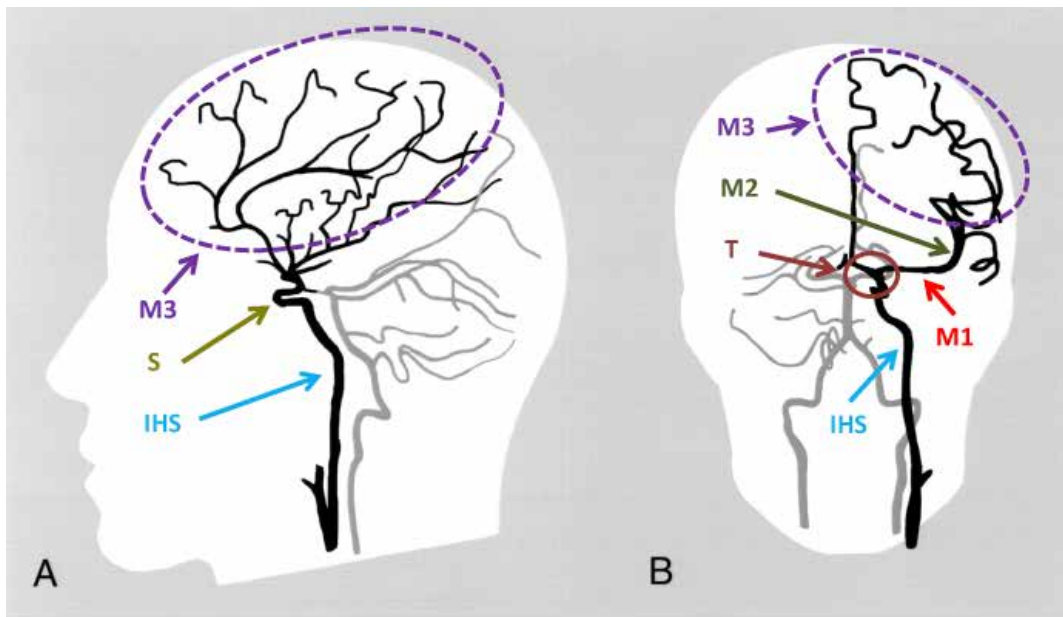
Nýleg tilfellaröð sýndi fram á gagnsemi segabrottnáms vegna sýkts segareks til heila af völdum hjartapelsbólgu.<sup>33</sup>

### Hvað segir til um árangur segabrottnáms?

Mikilvægt er að greina þætti sem spá fyrir um árangur meðferðarinnar. Háum aldri fylgja verri horfur óháð meðferð. Hins vegar var ávinningur segabrottnáms umfram t-PA meðferð að minnsta kosti jafn mikill hjá fólki eldra en 80 ára og hjá yngra fólki. Í safnagreiningunni var fjöldi dauðsfalla sambærilegur og hjá viðmiðunarárópi. En það voru marktækt færri dauðsföll hjá fólki yfir áttætt, fór úr 40% niður í 20%. Því ættu engin efri aldursmörk að vera á meðferð með segabrottnámi.

Því hefur verið haldið fram að verri klínísk einkenni séu vísbending um betri svörun við segabrottnámi,<sup>16</sup> en safnagreiningar benda til stöðugra meðferðaráhrifa óháð upphaflegum NIHSS-stigum sjúklinga. Fáir sjúklingar með innan við 6 stig á NIHSS hafa verið rannsakaðir vegna útilokunarskilmerkja rannsóknanna auk þess sem horft var framhjá dreifingu NIHSS hjá sjúklingum með stóræðalokanir. Mikilvægt er við ákvörðun á meðferð að hafa í huga að síðkomin hætta á versnun er umtalsverð.<sup>30</sup> Íhuga ætti því að meðhöndla sjúklinga með stóræðalokanir en lítil brottfallseinkenni.

Sjúklingar sem uppfylltu ekki skilyrði fyrir t-PA vegna aukinnar blæðingarhættu eða komu seint voru útilokaðir frá stórum rannsóknum.<sup>17,22,23</sup> Skýr ávinningur var af segabrottnámi hjá þessum sjúklingahópi í hinum rannsóknunum. Mikilvægt er að hafa í huga þá staðreynd að allir gjaldgengir sjúklingar í rannsóknunum fengu t-PA fyrir segabrottnám. Þó fræðilegar áhyggjur séu af að t-PA sé ólíklegra til að opna æðalokanir og gæti aukið hættu á einkennagefandi blæðingum, eru engar vísbendingar sem styðja ekki notkun t-PA hjá þessum sjúklingahópi. Til eru sjúklingar þar sem segabrottnám gagnast ekki eða seinkar verulega, til dæmis vegna lélegs æðaaðgengis eða tafa vegna flutnings sjúklinga. Það væri siðferðisleg áskorun að neita sjúklingum um t-PA meðferð utan vel hannaðra slembirannsókna. Vegna þessarar óvissu er verið að hanna rannsóknir sem kanna öryggi og hagkvæmni beins



**Mynd 1.** Teikning af heilaslaglæðum: A séð á hlið og B séð framan frá. Svört æð er fremri blóðveita en grá æð er aftari blóðveita. IHS = Innri hálsslagæð, S (syphon) = innri hálsslagæðabugða, T = staðsetning T-lokunnar, M1 = fyrsti hluti miðheilaslagæðar, M2 = annar hluti miðheilaslagæðar og M3 = æðar innan hrings eru þriðji hluti miðheilaslagæðar.

segabrottnáms í samanburði við samþætta meðferð (t-PA og síðar innæðameðferð), í líkingu við hugmyndafræði hjartalækna þar sem innæðameðferð án segaleysandi meðferðar er hin staðlaða meðferð við hjartadrepni með ST-hækkunum að því gefnu að tafir verði ekki á meðferðinni.

### Er nauðsynlegt að gera frekari myndrannsóknir en TS og TS-æðamynd?

Í MR CLEAN rannsókninni<sup>17</sup> tókst að útiloka blæðingar á einfaldan hátt með TS-mynd og með TSÆ tókst að finna sjúklinga með stóræðalokanir. Ekki voru frekari viðmið um umfang blóðþurrðarskaða þó svo að læknar hefðu klínískt svigrúm í ákvarðanatöku. Einungis 6% sjúklinga í MR CLEAN voru með ASPECTS (Alberta Stroke Program Early Computed Tomography) stig 0-4 (tafla IIb). Lítið er vitað um hvort þetta endurspegli lág ASPECTS-stig í óvöldu þýði sjúklinga með stóræðalokanir sem koma innan 6 klukkustunda. Hins vegar var meðal ASPECTS-stig í MR CLEAN rannsókninni 9, sem er sambærilegt við aðrar rannsóknir.

ASPECTS stígun á TS-mynd án skuggaefnis virðist á yfirborði einföld, en túlkun á óafturkræfum svæðisbundnum skaða er töluvert flóknari en til að mynda með sjálfvirkri unninni TS gegnflæðis (TSG) mynd. Við TSG er leitast við að skoða hvort gegnumflæði mismunandi svæða heilans sé nægilegt, en ekki lítið á fyllingu æða. Breytingar á TS-mynd án skuggaefnis við ASPECTS-stígun eru smávægilegar og hættir til að vera túlkadar á mismunandi hátt.<sup>34</sup> Það tekur einnig einhvern tíma fyrir breytingar að koma

fram og því eru TS-myndir ekki næmar fljótlega eftir að slag hefur átt sér stað. ASPECTS-stig hafa ekki góða fylgni við rúmmál skaðans<sup>35</sup> né endurspeglja þau breytilega starfsemi mismunandi svæða heilans. Þrjú stig geta tapast fyrir rófkjarna (*caudate nucleus*), linsuformaða kjarna (*lentiform nucleus*) og eyjarblað (*insula*) (sem ein sér valda óverulegum klínískum einkennum) eða röskun á þremur málsvæðum heilabarkar sem geta valdið alvarlegri fötlun. Aftur á móti veitir TSG svæðis- og rúmmálsupplýsingar um óafturkræfan skaða. Þó TSG sé ekki jafn nákvæm og flæðisvigtug segulómun (f-SÓ), var sýnt fram á í nýlegum rannsóknnum að TSG hefði góða samsvörun við rúmmál dreps, borið saman við síðari myndir.<sup>36</sup> Góður árangur fékkst með notkun fullkomins sjálfvirks hugbúnaðar við úrvinnslu sem notaðist við staðlaðar myndir og þröskulda sem leiddi til skjóts og hlutlægs mats á blóðþurrðarkjarna og jaðri (svæði sem er í hættu að drepast).<sup>37,38</sup> Hugsanlegt er að endurskilgreina þurfi þröskulda (þættir sem meta blóðflæði yfir ákveðið rúmmál og tíma) kjarnadreps við TSG ef hægt væri að framkvæma enduroppun ofursnemma með bættum verkferlum. Staðfest hefur verið að þröskuldur <30% af blóðflæði í heilbrigðum heila á TSG í samanburði við flæðisvígtaða segulómun sé gagnlegur til að greina óafturkræfan skaða með þeim tölum sem eru á endurflæðismeðferð í dag.<sup>7,39,40</sup> Ef endurflæði næst hins vegar innan 90 mínútna gæti þröskuldur <20% verið meira viðeigandi.<sup>39</sup> Spennandi þróun væri ef hægt væri að bjarga hinum áður „óbjarganlega“ heilavef, einfaldlega með því að meðhöndla fyrr.

Oft er lítið á stígun hliðarblóðflæðis með TSÆ sem vísbendingu um ástand gegnflæðis í heilavef. Áskorun við mat hliðarblóðflæðis með skuggaefnisþéttni á kyrrstæðri TSÆ er að tímasetning myndatöku er vanalega miðuð við hámarks slagaæðafasa með hraðvirkri skönnun þegar hliðarflæði hefur ekki fengið nægan tíma til að ná skuggaefnisfasa. Það getur leitt af sér vanmat á hliðarblóðflæði og þar með útilokað sjúklinga sem hefðu gagn af oppun æðar. Fjölfasa TSÆ gæti hugsanlega yfirstigið þetta vandamál með því að endurtaka myndir eftir 5 og 10 sekúndur.<sup>41</sup> Í meginráttum er hægt að afla frekari upplýsinga með þriggja fasa TSÆ með því

**Tafla II.** Mismunandi kvarðar.

a	NIHSS-skali er á bilinu 0-42. Ekkert stig (0) táknar ekkert brottfall, en stig á bilinu 9-24 merkir töluverð brottfallseinkenni. <sup>84-86</sup>
b	ASPECTS-skalin er kvarði sem skiptir næringarsvæði miðheilaslagæðar á TS-mynd af höfði án skuggaefnis í 10 svæði. Eitt stig er dregið frá hverju svæði með snemmbærum blóðþurrðarbreytingum. 10 stig gefa til kynna að ekki sjást nein merki um snemmbært drep. <sup>87,88</sup>

**Tafla III. Ábendingar fyrir segabrottnámi hjá sjúklingum með aðlægar lokanir miðheilaslagæðar eða innri hálsæðar.****Aldur:**

Ekki eru haldbær rök fyrir efri aldursmörkum við meðferð. Ekki hefur fylgja verri horfur, en meðferðaráhrif eru stöðug yfir allt aldursróf.

**Undirbyggjandi sjúkdómar:**

Mikilvægt er að hafa í huga núverandi lífsgæði og líkur á að halda viðunandi lífsgæðum. Erfitt getur reynst að meta þetta á bráðamóttöku, en ef vafi er á slíku er betra að stefna á meðferð.

**Alvarleiki slags:**

Sjúklingar með NIHSS  $\geq 6$  hafa kláran ávinning af meðferð. Ekki hefur verið sýnt fram á nein efri mörk á alvarleika einkenna á NIHSS-skala. Um 10% sjúklinga með vægari einkennum geta verið með stóræðalokanir og því ætti alltaf að gera TSÆ. Miklar líkur eru á að þessum sjúklingum versni síðar.<sup>30</sup> Ef einkennum eru óvenju væg ætti að íhuga hvort lokun sé gömul.

**Tvívætt æðvandanám:**

Sterkar vísbendingar eru um ávinning hjá þessum hópi. Umdeilt er hvort setja eigi stoðnet fyrir eða eftir segabrottnám. Almenn má segja að rökrétt sé að losa um stíflu í höfði og tryggja þannig hliðarflæði um Willis-hringinn (*Circle of Willis*) og meðhöndla síðar lokun í innri hálsálagæð nema ekki sé hægt að komast framhjá þeirri stíflu.

**Óljós ávinningur er af meðferð við aðlægum M2 lokunum.****Tími:**

Skýr ávinningur er af segabrottnámi 0-6 klukkustundum frá upphafi einkenna. Óvíst er um ávinning eftir 6 klukkustundir. Mælt er með slembirannsókn hjá þessum hópi sjúklinga, en niðurstöður úr ESCAPE<sup>22</sup> og DEFUSE-2<sup>69</sup> benda til ávinnings ef myndrannsóknir eru hagstæðar.

**Kjarnadrep**

- Sjúklingar með ASPECTS 6-10 stig hafa ávinning.
- Ef sjúklingar eru með ASPECTS 0-5 stig er ávinningur óljós. Íhuga skal staðsetningu skemmdar, ónákvæmni í mati óljósra breytinga TS-myndar án skuggaefnis (TSÆ hjáflæði og TSG gæti hjálpað við slíkar kringumstæður).
- Sjúklingar með  $<70$  ml kjarnadrep hafa kláran ávinning. Ef kjarnadrep er  $>70$  ml er ávinningur óviss. Íhugið staðsetningu kjarnadreps og viðnámsprótt sjúklings (fylgisjúkdóma, þol fyrir langri endurhæfingu) og óskum viðkomandi (þol fyrir fötlun, en hafa það hugfast að viðhorf geta breyst eftir slag). Hafa í huga einkennagefandi heilablæðingar.
- Flæðisvigtuð SÓ er nákvæmari en TSÆ en henni fylgir frekar tímatap sem vegur upp á móti árangri. Stórt kjarnadrep virðist hafa spágildi um horfur en hefur ef til vill ekki eins mikil áhrif á ávinning meðferðar og áður var talið.

**Aðrar myndgreiningarbreytur.**

- Mat á hliðarblóðflæði. Sjúklingar með gott hliðarblóðflæði hafa ávinning af segabrottnámi. Óvíst er um ávinning hjá sjúklingum með lélegt eða ekkert hliðarblóðflæði. Mat hliðarblóðflæðis á stöðluðum kyrrstæðum TSÆ getur valdið vanmati á hliðarblóðflæði, sem er vegna eðlis síns seinkað og því ekki til staðar við slagæðafasa rannsóknir. Fjölfasa myndun<sup>41</sup> eða TSG myndir<sup>60</sup> koma í veg fyrir slíkt.
- Lengd æðastíflu. Ekki eru nægar vísbendingar um að stuttir blóðtappar opnast frekar til þess að réttlæta að biða og sjá til með meðferð.

að líta á hráar myndir rannsóknarinnar. Kostur þess er að ekki þarf að vinna úr myndum eftir á, en mat byggir á sjónrænu mati hliðarflæðis sem getur verið huglægt.

Segulómun gefur frábærar myndir sem varpa ljósi á meingerð bráðaslags, en hún er notuð sem aðalrannsókn á fáum stöðum. Aðal vandamálið, þrátt fyrir að hægt sé að gera rannsóknina skjótt (á um 6 mínútum þar sem fjölþættir verkferlar eru notaðir),<sup>42</sup> eru tafir vegna skimunar sjúklinga fyrir segulómunarrannsókn og skjótur forgangur á álagsmiklum sjúkrahúsum. Því hefur verið bent á að nota segulómun þegar ákvarða á meðferð í erfiðari tilfellum. Hjá sjúklingum með óviss hliðarblóðflæði þarf að koma endurflæði á mjög skjótt.<sup>43</sup> Töf á klínískri ákvarðanatöku, ef þarf að segulóma, gæti dregið úr árangri af opnun æða við slíkar aðstæður. Því væri betra að hverfa frá fjölþáttasegulómun og nota þess í stað TSG.

Enginn vafi er á að útkoma er mun lakari hjá sjúklingum með stórt kjarnadrep, hvort sem það er metið með ASPECTS-stigun á TS án skuggaefnis, mati á hliðarblóðflæði, mati á kjarnadrepum með TSG eða rúmmáli með f-SÓ. Frekari rannsóknir eru í gangi á þessum myndrænu breytum hvað ávinning meðferðar varðar. Verið er að kanna hugsanlegt samband þessara mismunandi myndgreiningarþátta við árangur meðferðar. Eins og staðan er í dag hefur reynst erfitt að skilgreina hóp sjúklinga sem ekki hefur gagn af segabrottnámi.<sup>44,45</sup> Gera þarf frekari framskyggnar rannsóknir, þar sem flestar rannsóknir útilokuðu sjúklinga með stór óafturkræf drep. Íhuga ætti segabrottnám hjá sjúklingum með stórt kjarnadrep og hjá sjúklingum sem koma inn nokkrum klukkustundum frá upphafi einkenna.

**Svæfing eða slæving við innæðameðferð**

Afturskyggnar rannsóknir sýna að sjúklingar sem fá svæfingu í stað slævingar við innæðameðferð bráðs blóðþurrðarslags hafi verri horfur.<sup>46</sup> Ein slík rannsókn sýndi að fall um  $>40$  mm Hg í meðalblóðþrýstingi, hátt NIHSS við komu og að enduropnun æðar náðist ekki væru sjálfstæðir áhættuþættir lakari árangurs.<sup>46</sup> Í annarri rannsókn fannst hins vegar enginn munur á útkomu, hvort sem sjúklingar fengu svæfingu eða slævingu. Í þeirri rannsókn var hins vegar enginn munur á blóðþrýstingi hjá þeim sem fengu svæfingu í stað slævingar.<sup>47</sup>

**Fjarlækningar**

Með tilkomu fjarskiptatækninnar varð hægt að veita heilbrigðisþjónustu til afskekktara svæða. Í bandarísku borgarastyrjöldin um 1860 var ritsími notaður til þess að panta lækningatæki og senda slysalista.<sup>48</sup> Síminn kom til sögunnar árið 1876 og útvarp 1895. Í fyrri heimsstyrjöldinni var þessi tækni notuð til þess að flytja læknisfræðilegar upplýsingar til og frá afskekktum stöðum. Þegar tækni og reynsla jókst var farið að nota útvarp til að aðstoða við að senda læknishjálpi í Kóreustríðinu (1950-1953) og í Víetnamstríðinu (1955-1975).<sup>49</sup> Fjarmæling (*telemetry*) er sjálfsmæling og miðlun gagna frá afskekktum stöðum til móttökustöðvar til skráningar og greiningar. Eftir að sjónvarp uppgötvaðist árið 1927 voru gagnvirk samskipti möguleg. Árið 1964 var fyrsta myndbandstengið sett upp milli geðdeildar Nebraska og fylkissjúkrahússins í Nor-





Frankvæmd segabrottnáms á Íslandi. Mynd Halldór Baldursson.

folk, en fjarlægð milli þeirra var 180 km.<sup>49</sup> Árið 1967 var heilsustöð á Logan-flugvællinum við Boston tengd með tvíhliða hljóð- og myndbandstæki við lækna Massachusetts General Hospital. Þetta sýndi að fjargreiningar voru mögulegar. Einnig hefur verið sýnt fram á að hægt sé að senda röntgenmyndir, niðurstöður rannsóknna og læknaáskrár með slíkrri tækni.<sup>49</sup>

Orðið *telestroke* (á íslensku fjarslag) var fyrst notað árið 1999.<sup>50</sup> Þegar farið var að beita t-PA í meðferð bráðs blóðþurrðarslags utan rannsókna kom í ljós að fylgikvillar voru mun meiri þegar henni var beitt af óreyndum og óþjálfuðum læknum.<sup>51,52</sup> Fjarlækningar voru því notaðar til að veita ráðgjöf fyrir sjúkrahús sem vantaði þá sérhæfingu.<sup>53</sup> Síðari rannsóknir sýndu fram á að hægt væri að bæta verkferla t-PA-gjafar með því að koma á laggir fjarlækningum. Þessi nálgun á við um ákvörðunartöku t-PA-meðferðar,<sup>54</sup> útilokun einkenna sem líkjast slagi,<sup>55</sup> að tryggja rétt tímamörk,<sup>56</sup> túlkun myndrannsókna<sup>57</sup> auk þess að bæta greiningu og verkferla blóðþurrðarslaga. Gjöf t-PA jókst marktækt eftir að fjarlækningum var komið á án aukningar á rangri ákvarðanatöku.<sup>58</sup> Þó búið hafi verið að sýna fram á árangur fjarlækninga var notkun þeirra lítil. Rannsókn sýndi að einungis 3-5% af sjúklingum með brátt blóðþurrðarslag fengu t-PA meðferð.<sup>59</sup> Ein ástæða þess var takmarkað aðgengi að sérfræðiráðgjöf í litlum samfélögum og á dreifbýlisjúkrahúsum. Ein rannsókn sýndi að t-PA-meðferð var ekki beitt á 64% allra sjúkrahúsa á tveggja ára tímabili.<sup>59</sup>

Þar sem nú er til árangursrík meðferð við blóðþurrðarslagi en takmarkað aðgengi er að sérfræðiráðgjöf, er þrýstingur á að bæta gæði bráðameðferðar slagsjúklinga þar sem t-PA meðferð er tímanæm, hár kostnaður fylgir flutningi sjúklinga með flugi og sjúkrabílum auk þess sem tækniframfarir í fjarskiptum með aukinni bandbreidd gagnaflutnings hafa allt leitt af sér hagstæðari skilyrði fyrir fjarlækningar.<sup>60</sup> Ein rannsókn kannaði fjarlækningar milli landa. Þetta var samstarfsverkefni milli Skotlands og Nýja-Sjálands. Ákvörðun um t-PA meðferð var könnuð hjá 5 sjúklingum í dreifbýli. Hún sýndi fram á að þetta var gerlegt.<sup>61</sup>

Snjallsímar hafa verið notaðir við mat á NIHSS fyrir suma sjúklinga.<sup>62,63</sup> Sýnt hefur verið fram á að 3G tenging í sjúkrabílum í Berlín væri ekki nægileg til þess að gera NIHSS-mat.<sup>64</sup> Hins vegar virðist 4G tækni, sem er með meiri bandbreidd, meira viðeigandi við fjarlækningar í sjúkrabílum.<sup>60,65</sup> Þegar sjúklingar sem komu beint á slagdeildir voru bornir saman við þá sem fengu t-PA gegnum fjarlækningar og síðar fluttir á slageiningar var árangur meðferðar svipaður.<sup>66</sup> Fjarlækningar gagnast einnig til að finna sjúklinga með illkynja blóðþurrðarslag sem ætti að flytja til aðgerðar til að lækka innankúpuþrýsting.<sup>67</sup> Fyrsta reynsla af fjarlækningum við mat á innæðameðferð sjúklinga með lokun á botnslagæð (*art. basilaris*) voru vonbrigði. TEMPIS bar kennsl á sjúklinga með lokun á botnæð með fjarlækningum. Í samanburði við alhliða slagmeðferð var klínískur árangur marktækt verri.<sup>68</sup> Verkferlum var síðar breytt og leyft að hefja t-PA-meðferð fyrir flutning. Þetta leiddi til betri árangurs.<sup>68</sup>

Túlkun TS-myndar er afar mikilvæg í bráðu blóðþurrðarslagi þegar kemur að ákvarðanatöku á móttökustað. Skjótur flutningur TS-mynda er staðalhluti í fjarlækningum en túlkun mynda er mikilvæg við ákvarðanatöku. Þegar myndræn gögn eru flutt á staf-rænu formi, í samræmi við læknisfræðilega staðla, geta myndgæði á fjarstað verið þau sömu og á upphafsstað. Þegar búið er að þjálfa taugalækna í formlegu mati heilamynda, er túlkun þeirra svipuð og úrlestur röntgenlækis.<sup>57,69</sup> Þó svo að skjáir nýrra snjallsíma séu minni en hefðbundnar úrvinnslustöðvar röntgenlækna var nákvæmni í túlkun mynda úr sértækum snjallsímakerfum svipuð.<sup>70</sup> Á sumum stöðum er TSÆ bætt við myndrannsóknir. Hægt er að gera þessa rannsókn skjótt án þess að valda töfum á meðferð eða flutningi fyrir innæðameðferð. Báðar þessar rannsóknir hafa verið gerðar sem hluti af verkferlum slagsjúkrabíla í nýlegum rannsóknum.<sup>71-73</sup>

### Skortur á læknum með sérþekkingu á innæðameðferð

Í ljósi góðs árangurs innæðameðferðar þarf að endurskipuleggja bráðameðferð blóðþurrðarslaga til þess að mæta þörfum þessa hóps. Við skipulag slíkrar meðferðar þarf aðkomu ýmissa aðila. Nána samvinnu þarf milli sérfræðinga og stjórnvalda til þess að hægt sé að veita slíka meðferð 24 klst. á dag, alla daga vikunnar staðbundið og á landsvísu. Ekki er hægt að ætlast til þess að einn innæðasérfræðingur veiti þessa þjónustu allt árið um kring.

Í sameiginlegri alþjóðlegri yfirlýsingu ýmissa félagasamtaka er gert ráð fyrir formlegri kennslu og þjálfun þeirra sem veita innæðameðferð. Þeir sem veita meðferðina séu innæðaröntgenlæknar, taugaskurðlæknar og taugalækna sem framkvæmi slíka meðferð reglulega. Þeir læknar sem ekki hafa hlotið viðunandi þjálfun þurfa auka þjálfun (í eitt ár).<sup>74</sup> Ljóst er að á Íslandi er skortur á slíkrri sérhæfingu.

Segabrottnám í blóðþurrðarslagi minnir um margt á kransæðavíkkun í hjartaáföllum. Sjúkdómsástandið skapast við svipaðar kringumstæður þegar slagæð stíflast af völdum blóðsega með alvarlegum afleiðingum, dauða eða mikilli fötlun, en batahorfur ráðast aðallega af því hversu skjótt tekst að koma aftur á flæði í æðinni. Mestu varðar að brugðist er við með mjög svipaðri tækni, mannskap og búnaði sem nú þegar er til staðar á Íslandi. Á upphafsárum kransæðaþræðinga var það fyrst og fremst fjármagnið

til að reka viðbótar vaktalínu og mannskap með viðeigandi þjálfun sem gerði það að verkum að hægt var að takast á við bráðatilvik utan dagvinnu. Nú eru flestir sammála um að þetta sé eitt mesta framfaraskref síðustu áratuga. Án þessarar þjónustu við veikustu hjartasjúklingana væri óhugsandi að annast þræðingu og vikkun allan sólarhringinn. Það ætti að vera nokkuð augljóst hversu margt skylt þessi veikindi eiga með blóðþurrðarslögum. Á Íslandi starfa nú 4-5 hjartaþræðingarlæknar sem gera um 750 kransæðavíkkunar á ári. Almenn er reiknað með að hver hjartaþræðingalæknir geri yfir 75 æðavíkkunar á ári og að hver stofnun geri yfir 400 æðavíkkunar á ári. Þessi skilyrði eru uppfyllt á Íslandi. Hvaða kröfur eigum við að gera til segabrottnáms á Íslandi ef árlegur fjöldi þeirra er um 50?

Hjartalæknar veita bráðaþjónustu fyrir sjúklinga með kransæðastíflu allan sólarhringinn í nær öllum löndum Evrópu, Norður-Ameríku og öðrum heimsálfum. Bent hefur verið á að hjarta- og taugalæknar ættu að vinna náið saman í ljósi þess að slag er afleiðing annarra hjarta- og æðasjúkdóma. Á svæðum með skerta þjónustu taugalækna gætu hjartaþræðingalæknar fyllt það tómarúm að undangenginni sérstakri þjálfun í náinni samvinnu við taugalækna.<sup>75,76</sup> Hjartaþræðingalæknar eru nú þegar með útbreidda viðvarandi þjónustu fyrir sjúklinga með kransæðastíflu og gætu því sinnt sjúklingum sem þurfa á ífarandi þjónustu að halda vegna slags.<sup>77,78</sup> Bráð þjónusta hjartalækna getur boðið upp á stuttan tíma frá TS til innæðameðferðar vegna reynslu sinnar á innæðameðferð við bráða kransæðastíflu. Útkoma slíkrar meðferðar hjá hjartalæknum er sambærileg við þá sem fæst á taugadeildum.<sup>75</sup> Fljótlega mun fara í gang útbreidd þjálfun sérfræðilækna í slagmeðferð í Evrópu á vegum evrópsku slagsamtakanna (European Stroke Organisation).<sup>79,80</sup>

### Hver er staðan á Íslandi?

Fjöldi slaga á Íslandi 2008 var 410. Af þeim voru 84% fyrsta slag og 16% endurtekin, 85% voru blóðþurrðarslög og 9% blæðingarslög (6% voru utanskúmsblæðingar og 3% óþekkt).<sup>81</sup> Byrjað var að gefa t-PA á Íslandi 1999. Árlegur fjöldi sjúklinga sem fær slíka meðferð á Íslandi nú er um og yfir 20 (óbirtar niðurstöður höfundar). Því fá innan við 6% sjúklinga með brátt blóðþurrðarslag t-PA meðferð á Íslandi á ári hverju. Stærsta skýring þessarar lágu tíðni t-PA gjafar er þekkingarskortur almennings á einkennum slaga. Þetta leiðir til þess að sjúklingar koma of seint til meðferðar. Því þarf að upplýsa fólk betur um einkenni blóðþurrðarslaga og mikilvægi þess að leita sér fljótt aðstoðar, eins og á við um bráða kransæðastíflu. Ekki má heldur gleyma því að innæðameðferð gagnast ekki einungis sjúklingum með drep í fremri blóðveitu. Þessi meðferð gagnast þeim sem eru með frábendingar fyrir gjöf t-PA, segastíflu í aftari blóðveitu og sýkt segarek.

Á Íslandi verður einungis hægt að veita innæðameðferð á Landspítala. Þá er reiknað með að sjúklingar komi beint á sjúkrahús sem veitir innæðameðferð en sleppi öllum milliliðum til þess að valda ekki töf á meðferð. Miðað er við að veita megi slíka meðferð sjúklingum í um 80 km fjarlægð frá stofnuninni. Fyrir staði sem eru með TS-tæki en utan við þessa 80 km, eða vegna legu (Vestmannaeyjar) ætti að íhuga t-PA meðferð. Sé aðstaða fyrir TSÆ-rannsókn, ætti að íhuga hana og að höfðu samráði um hvort

síðar ætti að flytja sjúkling á Landspítala til innæðameðferðar. Staðir sem hafa TS-tæki nú eru Keflavík, Akranes, Ísafjörður, Akureyri, Neskaupsstaður, Selfoss og Vestmannaeyjar.

Við innæðameðferð þarf að minnsta kosti fjóra starfsmenn, innæðasérfræðing, taugalækni, hjúkrunarfræðing og svæfingarlækni. Búið er að kaupa tækjabúnað að hluta til sem til þarf. Samskonar búnaður er nú þegar fyrir hendi á Landspítala við Hringbraut. Við Landspítala er einn röntgenlæknir sem hefur sérhæft sig í þessari meðferð og jafnframt tveir aðrir röntgenlæknar sem hafa gert mikið af æðaþræðingum, en þyrftu að fá þjálfun í innæðameðferð. Hins vegar erum við með marga hjartaþræðingalækna sem veita samskonar meðferð við kransæðastíflum.

Innæðameðferð við bráðu blóðþurrðarslagi hefur enn ekki átt sér stað á Íslandi. Til að svo megi verða verður að setja peninga í verkefnið og koma á skipulagi þannig að meðferð þessi geti verið órofin. Mikla vinnu þarf að leggja í það svo það megi verða. Reikna má með að í framtíðinni verði einn sjúklingur meðhöndlaður með innæðameðferð á viku.

Ekki má gleyma mikilvægi fyrirbyggjandi meðferðar. Slík meðferð er afar mikilvæg, ekki einvörðungu til að fyrirbyggja slög, heldur einnig hjarta- og æðasjúkdóma og aðrar lífsstílstengda sjúkdóma. Mikilvægi heilbrigðs lífsstíls verður aldrei ofmetið.<sup>82</sup> Ein rannsókn benti til að koma mætti í veg fyrir um 80% blóðþurrðarslaga ef tekið væri á eftirtöldum áhættuþáttum: reykingum, hreyfingarleysi, slæmum matarvenjum, ofþyngd og óhóflegri neyslu áfengis.<sup>83</sup>

### Samantekt

Lykilatriði sem draga má saman úr rannsóknnum innæðameðferðar er að reyna að ná skjótu og góðu endurflæði og íhuga umfang fyrirbyggjandi óafturkræfs heilaskaða þegar metin er áhætta og ávinningur meðferðar. Þessar jákvæðu rannsóknir völdu vísitandi sjúklinga sem væru líklegir að svara meðferð, en einungis þurfti að meðhöndla um 5 sjúklinga til þess að fá góða endurheimt starfsgetu (m-RS kvarða  $\leq 2$ ) og um þriðja til þess að fá að minnsta kosti 1. stigs bata á m-RS kvarða. Í venjulegri klínískri vinnu yrðu fleiri sjúklingar sem á hverjum tíma væri talið gagnlegt að meðhöndla. Því eru fáar ástæður til að framkvæma ekki innæðameðferð hjá sjúklingum með aðlægar lokanir á miðheilaslagæð nema aðrir alvarlegir sjúkdómar hamli slíku (tafla III). Sjúklingar með óhagstæðar myndrannsóknir hafa minni tíma til þess að ná gagnlegri enduroppnun og því ætti í vali þeirra að forðast ferli sem tefja meðferð. TSG og TSÆ hafa sannað gildi sitt fyrir sjúklinga sem svara vel segabrottnámi. Enn er því svigrúm til að draga úr töfum meðferðar og auka tíðni góðrar enduroppunar í fyrstu tilraun. Skilvirk kerfi, verkferlar og fjarlægningar eru lykillinn að hámarkun árangurs endurflæðismeðferðar.

### Þakkir

Kærar þakkir til Ólafs Skúla Indriðassonar sem las handritið yfir auk Ólafs Kjartanssonar og Þorbjörns Guðjónssonar sem komu með góðar ábendingar.

## Heimildir

- Collaborative systematic review of the randomised trials of organised inpatient (stroke unit) care after stroke. Stroke Unit Trialists' Collaboration. *BMJ* 1997; 314: 1151-9.
- Sigurðsson AP. Heilagslagdeild : mikilvæg nýjung í meðferð heilagslags. *Læknablaðið* 1999; 85: 528-41.
- Langhorn P DM. Stroke Units: An Evidence Based Approach. *BMJ Publishing Group*. 1998.
- Tissue plasminogen activator for acute ischemic stroke. National Institute of Neurological Disorders and Stroke rt-PA Stroke Study Group. *N Engl J Med* 1995; 333: 1581-7.
- Hacke W, Kaste M, Bluhmki E, Brozman M, Davalos A, Guidetti D, et al. Thrombolysis with alteplase 3 to 4.5 hours after acute ischemic stroke. *N Engl J Med* 2008; 359: 1317-29.
- Embersson J, Lees KR, Lyden P, Blackwell L, Albers G, Bluhmki E, et al. Effect of treatment delay, age, and stroke severity on the effects of intravenous thrombolysis with alteplase for acute ischaemic stroke: a meta-analysis of individual patient data from randomised trials. *Lancet* 2014; 384: 1929-35.
- Jauch EC, Saver JL, Adams HP Jr, Bruno A, Connors JJ, Demaerschalk BM, et al. Guidelines for the early management of patients with acute ischemic stroke: a guideline for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke* 2013; 44: 870-947.
- Saqqur M, Uchino K, Demchuk AM, Molina CA, Garami Z, Calleja S, et al. Site of arterial occlusion identified by transcranial Doppler predicts the response to intravenous thrombolysis for stroke. *Stroke* 2007; 38: 948-54.
- De Silva DA, Brekenfeld C, Ebinger M, Christensen S, Barber PA, Butcher KS, et al. The benefits of intravenous thrombolysis relate to the site of baseline arterial occlusion in the Echoplanar Imaging Thrombolytic Evaluation Trial (EPITHET). *Stroke* 2010; 41: 295-9.
- Paciaroni M, Balucani C, Agnelli G, Caso V, Silvestrelli G, Grotta JC, et al. Systemic thrombolysis in patients with acute ischemic stroke and Internal Carotid Artery Occlusion: the ICARO study. *Stroke* 2012; 43: 125-30.
- Jansen O, von Kummer R, Forsting M, Hacke W, Sartor K. Thrombolytic therapy in acute occlusion of the intracranial internal carotid artery bifurcation. *AJNR Am J Neuroradiol* 1995; 16: 1977-86.
- Beumer D, Saiedie G, Fonville S, van Oostenbrugge RJ, Homburg PJ, van der Lugt A, et al. Intra-arterial occlusion in acute ischemic stroke: relative frequency in an unselected population. *European Stroke Conference*. 22nd Conference, London, May 28-31, 2013; Abstract e-Book. *Cerebrovasc Dis* 2013; Suppl(35): 66.
- Heldner MR, Zubler C, Mattle HP, Schroth G, Weck A, Mono ML, et al. National Institutes of Health stroke scale score and vessel occlusion in 2152 patients with acute ischemic stroke. *Stroke* 2013; 44: 1153-7.
- Christou I, Burgin WS, Alexandrov AV, Grotta JC. Arterial status after intravenous TPA therapy for ischaemic stroke. A need for further interventions. *Int Angiol* 2001; 20: 208-13.
- Lima FO, Furie KL, Silva GS, Lev MH, Camargo EC, Singhal AB, et al. Prognosis of untreated strokes due to anterior circulation proximal intracranial arterial occlusions detected by use of computed tomography angiography. *JAMA Neurol* 2014; 71: 151-7.
- Broderick JP, Palesch YY, Demchuk AM, Yeatts SD, Khatri P, Hill MD, et al. Endovascular therapy after intravenous t-PA versus t-PA alone for stroke. *N Engl J Med* 2013; 368: 893-903.
- Berkhemer OA, Fransen PS, Beumer D, van den Berg LA, Lingsma HF, Yoo AJ, et al. A randomized trial of intra-arterial treatment for acute ischemic stroke. *N Engl J Med* 2015; 372: 11-20.
- del Zoppo GJ, Poeck K, Pessin MS, Wolpert SM, Furlan AJ, Ferbert A, et al. Recombinant tissue plasminogen activator in acute thrombotic and embolic stroke. *Ann Neurol* 1992; 32: 78-86.
- Bhatia R, Hill MD, Shobha N, Menon B, Bal S, Kocher P, et al. Low rates of acute recanalization with intravenous recombinant tissue plasminogen activator in ischemic stroke: real-world experience and a call for action. *Stroke* 2010; 41: 2254-8.
- Goyal M, Menon BK, van Zwam WH, Dippel DW, Mitchell PJ, Demchuk AM, et al. Endovascular thrombectomy after large-vessel ischaemic stroke: a meta-analysis of individual patient data from five randomised trials. *Lancet* 2016; 387: 1723-31.
- Campbell BCV, Donnan GA, Lees KR, Hacke W, Khatri P, Hill MD, et al. Endovascular stent thrombectomy: the new standard of care for large vessel ischaemic stroke. *Lancet Neurol* 2015; 14: 846-54.
- Goyal M, Demchuk AM, Menon BK, Eesa M, Rempel JL, Thornton J, et al. Randomized assessment of rapid endovascular treatment of ischemic stroke. *N Engl J Med* 2015; 372: 1019-30.
- Jovin TG, Chamorro A, Cobo E, de Miquel MA, Molina CA, Rovira A, et al. Thrombectomy within 8 hours after symptom onset in ischemic stroke. *N Engl J Med* 2015; 372: 2296-306.
- Saver JL, Goyal M, Bonafe A, Diener HC, Levy EI, Pereira VM, et al. Stent-retriever thrombectomy after intravenous t-PA vs. t-PA alone in stroke. *N Engl J Med* 2015; 372: 2285-95.
- Powers WJ, Derdeyn CP, Biller J, Coffey CS, Hoh BL, Jauch EC, et al. 2015 American Heart Association/American Stroke Association Focused Update of the 2013 Guidelines for the Early Management of Patients With Acute Ischemic Stroke Regarding Endovascular Treatment: A Guideline for Healthcare Professionals From the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke* 2015; 46: 3020-35.
- Wahlgren N, Moreira T, Michel P, Steiner T, Jansen O, Cognard C, et al. Mechanical thrombectomy in acute ischemic stroke: Consensus statement by ESO-Karolinska Stroke Update 2014/2015, supported by ESO, ESMINT, ESNR and EAN. *Int J Stroke* 2016; 11: 134-47.
- Casaubon LK, Boulanger JM, Blaciere D, Boucher S, Brown K, Goddard T, et al. Canadian Stroke Best Practice Recommendations: Hyperacute Stroke Care Guidelines, Update 2015. *Int J Stroke* 2015; 10: 924-40.
- Bracard S, Ducrocq X, Mas JL, Soudant M, Oppenheim C, Moulin T, et al. Mechanical thrombectomy after intravenous alteplase versus alteplase alone after stroke (THRACE): a randomised controlled trial. *Lancet Neurol* 2016; 15: 1138-47.
- Riedel CH, Zoubie J, Ulmer S, Gierthmuehlen J, Jansen O. Thin-slice reconstructions of nonenhanced CT images allow for detection of thrombus in acute stroke. *Stroke* 2012; 43: 2319-23.
- Coutts SB, Modi J, Patel SK, Demchuk AM, Goyal M, Hill MD. CT/CT angiography and MRI findings predict recurrent stroke after transient ischemic attack and minor stroke: results of the prospective CATCH study. *Stroke* 2012; 43: 1013-7.
- Macleod MR, Davis SM, Mitchell PJ, Gerraty RP, Fitt G, Hankey GJ, et al. Results of a multicentre, randomised controlled trial of intra-arterial urokinase in the treatment of acute posterior circulation ischaemic stroke. *Cerebrovasc Dis* 2005; 20: 12-7.
- van der Hoeven EJ, Schonewille WJ, Vos JA, Algra A, Audebert HJ, Berger E, et al. The Basilar Artery International Cooperation Study (BASICS): study protocol for a randomised controlled trial. *Trials* 2013; 14: 200.
- Sveinsson OH, L, Homin; S. Intra-Arterial Mechanical Thrombectomy: An Effective Treatment for Ischemic Stroke Caused by Endocarditis. *Case Rep Neurol* 2016; 8: 229-33.
- Menon BK, Campbell BC, Levi C, Goyal M. Role of imaging in current acute ischemic stroke workflow for endovascular therapy. *Stroke* 2015; 46: 1453-61.
- Schroder J, Cheng B, Ebinger M, Kohrmann M, Wu O, Kang DW, et al. Validity of acute stroke lesion volume estimation by diffusion-weighted imaging-Alberta Stroke Program Early Computed Tomographic Score depends on lesion location in 496 patients with middle cerebral artery stroke. *Stroke* 2014; 45: 3583-8.
- Albers GW, Goyal M, Jahan R, Bonafe A, Diener HC, Levy EI, et al. Ischemic core and hypoperfusion volumes predict infarct size in SWIFT PRIME. *Ann Neurol* 2016; 79: 76-89.
- Campbell BC, Christensen S, Levi CR, Desmond PM, Donnan GA, Davis SM, et al. Cerebral blood flow is the optimal CT perfusion parameter for assessing infarct core. *Stroke* 2011; 42: 3435-40.
- Lansberg MG, Lee J, Christensen S, Straka M, De Silva DA, Mlynarski M, et al. RAPID automated patient selection for reperfusion therapy: a pooled analysis of the Echoplanar Imaging Thrombolytic Evaluation Trial (EPITHET) and the Diffusion and Perfusion Imaging Evaluation for Understanding Stroke Evolution (DEFUSE) Study. *Stroke* 2011; 42: 1608-14.
- d'Esteiro CD, Boesen ME, Ahn SH, Pordeli P, Najm M, Minhas P, et al. Time-Dependent Computed Tomographic Perfusion Thresholds for Patients With Acute Ischemic Stroke. *Stroke* 2015; 46: 3390-7.
- Campbell BC, Christensen S, Levi CR, Desmond PM, Donnan GA, Davis SM, et al. Comparison of computed tomography perfusion and magnetic resonance imaging perfusion-diffusion mismatch in ischemic stroke. *Stroke* 2012; 43: 2648-53.
- Menon BK, d'Esteiro CD, Qazi EM, Almekhlafi M, Hahn L, Demchuk AM, et al. Multiphase CT Angiography: A New Tool for the Imaging Triage of Patients with Acute Ischemic Stroke. *Radiology* 2015; 275: 510-20.
- Nael K, Khan R, Choudhary G, Meshksar A, Villablanca P, Tay J, et al. Six-minute magnetic resonance imaging protocol for evaluation of acute ischemic stroke: pushing the boundaries. *Stroke* 2014; 45: 1985-91.
- Ribo M, Flores A, Rubiera M, Pagola J, Sargento-Freitas J, Rodriguez-Luna D, et al. Extending the time window for endovascular procedures according to collateral pial circulation. *Stroke* 2011; 42: 3465-9.
- Gilgen MD, Klimek D, Liesirova KT, Meisterernst J, Klinger-Gratz PP, Schroth G, et al. Younger Stroke Patients With Large Pretreatment Diffusion-Weighted Imaging Lesions May Benefit From Endovascular Treatment. *Stroke* 2015; 46: 2510-6.
- Borst J, Berkhemer OA, Roos YB, van Bavel E, van Zwam WH, van Oostenbrugge RJ, et al. Value of Computed Tomographic Perfusion-Based Patient Selection for Intra-Arterial Acute Ischemic Stroke Treatment. *Stroke* 2015; 46: 3375-82.
- Lowhagen Henden P, Rentzos A, Karlsson JE, Rosengren L, Sundeman H, Reinsfelt B, et al. Hypotension During Endovascular Treatment of Ischemic Stroke Is a Risk Factor for Poor Neurological Outcome. *Stroke* 2015; 46: 2678-80.
- Lowhagen Henden P, Rentzos A, Karlsson JE, Rosengren L, Leiram B, Sundeman H, et al. General Anesthesia Versus Conscious Sedation for Endovascular Treatment of Acute Ischemic Stroke: The AnStroke Trial (Anesthesia During Stroke). *Stroke* 2017; 48: 1601-7.
- Zundel KM. Telemedicine: history, applications, and impact on librarianship. *Bull Med Libr Ass* 1996; 84: 71-9.
- Bashshur R, Lovett J. Assessment of telemedicine: results of the initial experience. *Aviat Space Environ Med* 1977; 48: 65-70.
- Murphy RL Jr, Bird KT. Telediagnosis: a new community health resource. Observations on the feasibility of telediagnosis based on 1000 patient transactions. *Am J Public Health* 1974; 64: 13-9.
- Levine SR, Gorman M. "Telestroke": the application of telemedicine for stroke. *Stroke* 1999; 30: 464-9.
- Katzan IL, Furlan AJ, Lloyd LE, Frank JJ, Harper DL, Hinchey JA, et al. Use of tissue-type plasminogen activator for acute ischemic stroke: the Cleveland area experience. *JAMA* 2000; 283: 1151-8.
- Heuschmann PU, Kolominsky-Rabas PL, Roether J, Misselwitz B, Lowitzsch K, Heidrich J, et al. Predictors of in-hospital mortality in patients with acute ischemic stroke treated with thrombolytic therapy. *JAMA* 2004; 292: 1831-8.
- Audebert H. Telestroke: effective networking. *Lancet Neurol* 2006; 5: 279-82.
- Meyer BC, Raman R, Hemmen T, Obler R, Zivin JA, Rao R, et al. Efficacy of site-independent telemedicine in the STROKE DOC trial: a randomised, blinded, prospective study. *Lancet Neurol* 2008; 7: 787-95.
- Audebert HJ, Kukla C, Clarmann von Claranau S, Kuhn J, Vatankhah B, Schenkel J, et al. Telemedicine for safe and extended use of thrombolysis in stroke: the Telemedicine Pilot Project for Integrative Stroke Care (TEMPIS) in Bavaria. *Stroke* 2005; 36: 287-91.
- Muller-Barna P, Hubert GJ, Boy S, Bogdahn U, Wiedmann S, Heuschmann PU, et al. TeleStroke units serving as a model of care in rural areas: 10-year experience of the TeleMedical project for integrative stroke care. *Stroke* 2014; 45: 2739-44.
- Demaerschalk BM, Bobrow BJ, Raman R, Ernstrom K, Hoxworth JM, Patel AC, et al. CT interpretation in a telestroke network: agreement among a spoke radiologist, hub vascular neurologist, and hub neuroradiologist. *Stroke* 2012; 43: 3095-7.
- Amorim E, Shih MM, Koehler SA, Massaro LL, Zaidi SF, Jumaa MA, et al. Impact of telemedicine implementation in thrombolytic use for acute ischemic stroke: the University of Pittsburgh Medical Center telestroke network experience. *J Stroke Cerebrovasc Dis* 2013; 22: 527-31.
- Kleindorfer D, Xu Y, Moomaw CJ, Khatri P, Adeyoye O, Hornung R. US geographic distribution of rt-PA utilization by hospital for acute ischemic stroke. *Stroke* 2009; 40: 3580-4.

Heimildir nr 61-90 eru birtar með greininni á netinu.

## ENGLISH SUMMARY

**Role of Thrombectomy in Acute Ischemic Stroke**

Albert Páll Sigurðsson

This article discusses endovascular thrombectomy in acute ischemic stroke. This treatment is vascular medicine's most significant leap in years. This treatment is complicated, and various technical aspects are discussed. Close cooperation is required between different specialties since patient selection for treatment is complex. Interventionists need close collaboration with stroke neurologists. Government needs to be involved as this treatment mandates structural changes which will incur more manpower and financial resources. Telemedicine is also discussed as it has been shown to be advantageous for augmenting

thrombolytic administration for acute ischemic stroke. Due to technical advances, it has been easier to provide such service, but hurdles need to be resolved so it can be fully implemented. It is likely that telemedicine will also play a role in thrombectomy. This article proposes how thrombectomy could be delivered in Iceland. It will prove difficult to provide such complex treatment in a scattered population of 343.000 people where expertise is limited to one or two sites. It is important to remember, that coronary intervention was a formidable challenge at one time, but it was accomplished. Can we learn from that experience?

*University Hospital of Iceland, Reykjavík.*

**Key words:** *Thrombectomy, acute ischemic stroke, telemedicine, thrombolytic therapy.*

**Correspondence:** *Albert Páll Sigurðsson, [alberts@landspitali.is](mailto:alberts@landspitali.is)*