

Árangur lungnasmækkunaraðgerða við langvinnri lungnaþembu á Íslandi

Sverrir I. Gunnarsson¹ læknir, Kristinn B. Jóhannsson¹ læknir, Marta Guðjónsdóttir^{3,5} lífeðlisfræðingur, Steinn Jónsson^{2,5} læknir, Hans J. Beck³ læknir, Björn Magnússon⁴ læknir, Tómas Guðbjartsson^{1,5} læknir

ÁGRIP

Inngangur: Lungnasmækkunaraðgerð (lung volume reduction surgery) getur bætt lungnastarfsemi, líðan og lífshorfur sjúklinga með alvarlega lungnaþembu. Tilgangur þessarar rannsóknar var að kanna árangur lungnasmækkunaraðgerða hér á landi.

Efniviður og aðferðir: Framskyggn rannsókn á 16 sjúklingum sem gengust undir lungnasmækkunaraðgerð á Landspítala 1996-2008. Allir sjúklingarnir voru með lungnaþembu á háu stigi og aðgerðirnar gerðar í gegnum bringubeinsskurð. Fyrir aðgerð luku allir sjúklingarnir lungnaendurhæfingu. Mælingar á lungnastarfsemi, blóðgösum og þoli voru gerðar fyrir og eftir aðgerð. Lífun var könnuð með aðferð Kaplan-Meier og meðaleftirfylgd var 8,7 ár.

Niðurstöður: Meðalaldur var $59,2 \pm 5,9$ ár og áttu allir sjúklingarnir sér langa reykingsögu. Allir sjúklingarnir lifðu aðgerðina af og lífun einu, fimm og tíu árum frá aðgerð var 100%, 93% og 63%. Eftir aðgerð hækkaði fráblástur á einni sekúndu (FEV_1) um 35% ($p < 0,001$), hámarksfráblástur (FVC) um 14% ($p < 0,05$) og lungnarúmmál (TLC) og loftleif (RV) lækkuðu einnig ($p < 0,05$). Hlutþrýstingur CO_2 í slagæðablóði lækkaði einnig eftir aðgerð en hlutþrýstingur O_2 hélst óbreyttur. Hvorki mældust marktækar breytingar á loftdreifiprófi, þoli né hámarksafkastagetu eftir aðgerð. Algengasti fylgikvilli eftir aðgerð var loftleki ($n=7$). Fimm sjúklingar gengust undir enduraðgerð, oftast vegna loss á bringubeini ($n=4$).

Ályktun: Lungnastarfsemi batnaði marktækt eftir lungnasmækkun með hækkun á FEV_1 og FVC, auk lækkunar á lungnarúmmáli og koltvísýringi í blóði. Lífun var svipuð og í erlendum rannsóknum, þó svo að tíðni fylgikvilla og enduraðgerða í þessum rannsóknarhópi væri há.

Inngangur

Langvinn lungnaþemba er sjötta algengasta dánarorsökin á Vesturlöndum en merki um lungnateppu hafa mælt hjá 18% Íslendinga sem komnir eru yfir fertugt.¹

Þegar sjúkdómurinn er kominn á alvarlegt stig getur komið til greina að grípa til skurðaðgerðar, helst hjá sjúklingum með ofþenslu á lungum og sjúkdóm sem aðallega er bundinn við efri blöð lungna.² Eftir 1990 var farið að meðhöndla sjúklinga með langt gengna lungnaþembu með svokallaðri lungnasmækkunaraðgerð (*lung volume reduction surgery*). Aðgerðin felst í því að fjarlægja gisnustu hluta lungnanna, en við það geta önnur svæði þanist betur út og lungnastarfsemi batnað.² Lungnasmækkunaraðgerð er unnt að framkvæma í gegnum bringubeinsskurð eða með brjóstholsskurði beggja vegna, og eru oftast 20-25% af rúmmáli hvors lunga fjarlægðir með heftibyssu. Á síðari árum hafa þessar aðgerðir verið gerðar í vaxandi mæli með aðstoð brjóstholssjár (*video-assisted thoracoscopic surgery*) sem virðist fækka fylgikvillum og stytta legutíma.³

Lungnasmækkunaraðgerðir voru fyrst gerðar fyrir um fjórum áratugum síðan og skiptar skoðanir hafa verið á gagnsemi hennar, bæði vegna óvissu um ábendingar og misvísandi niðurstaðna um langtímaárangur.⁴ Erlendis hefur bestur árangur náðst hjá sjúklingum með lungnaþembu í efri blöðum lungna^{2, 5-7} og hefur stór slembivalrannsókn sýnt fram á bætt lífsgæði og langtímalífun þessara sjúklinga.⁸ Tilgangur þessarar rannsóknar var að meta árangur þessara aðgerða hér á landi en það hefur ekki verið gert áður á Íslandi.

Efniviður og aðferðir

Sjúklingar og skilyrði fyrir aðgerð

Rannsóknin var framskyggn og náði til allra þeirra 16 sjúklinga, 10 karla og 6 kvenna, sem gengust undir lungnasmækkunaraðgerð á Landspítala frá 1. janúar 1996 til 31. desember 2008.

Ábending fyrir aðgerð var alvarleg lungnaþemba og þurftu sjúklingar að uppfylla eftirfarandi skilyrði: a) mikil mæði, þrátt fyrir hámarkslyfjameðferð, b) fráblástur á einni sekúndu (*forced expiratory volume in 1 second, FEV₁*) undir 30% af viðmiðunargildi, c) ofþanin (*hyperinflated*) lungu og d) svæðisbundin lungnaþemba með grisjóttan lungnaþembu í efri hlutum lungna. Lungnaþemba var staðfest með röntgenmynd af brjóstholi og dreifing lungnaþembu metin með tölvusneiðmyndum (*computed tomography*) af brjóstholi. Allir sjúklingarnir tóku þátt í endurhæfingu á Reykjalundi fyrir aðgerð og var þátttaka í henni skilyrði fyrir því að sjúklingar væru teknir til aðgerðar. Endurhæfing tók að minnsta kosti sex vikur og fengu sjúklingarnir fræðslu, næringarráðgjöf og sálfélagslegan stuðning, auk þolþjálfunar.

Skráning upplýsinga

Skráður var aðgerðartími og hvort fylgikvillar komu upp í aðgerð. Einnig voru skráðir fylgikvillar eftir aðgerðina, bæði fylgikvillar sem greindust þegar sjúklingarnir lágu á sjúkrahúsi og þeir sem greindust eftir útskrift. Skráður var heildarlegutími og sá fjöldi daga sem sjúklingar höfðu brjóstholskera í fleiðruholi, en einnig sýkingar, þar á meðal skurðsýkingar. Viðvarandi loftleki var skilgreindur sem loftleki í brjóstholskera í meira

¹Hjarta- og lungnaskurðdeild,
²lungnadeild Landspítala,
³hjarta- og lungnarannsókn Reykjalundi,
⁴Fjórðungssjúkrahúsinu í Neskaupsstað,
⁵læknadeild HÍ.

Fyrirspurnir: Tómas Guðbjartsson
tomasgudbjartsson@hotmail.com

Barst: 31. maí 2011
- samþykkt til birtingar: 13. október 2011

Engin hagsmunatengsl gefin upp.

Tafla I. Fylgikvillar hjá 16 sjúklingum sem gengust undir lungnasmækkunaraðgerð á Landspítala 1996-2008. Hver sjúklingur getur haft fleiri en einn fylgikvilla.

Fylgikvilli	Fjöldi
Viðvarandi loftleki ≥7 daga	7
Enduraðgerð	5
Los á bringubeini	4
Blæðing í fleiðruhol	1
Rof á skeifugörn	1
Sýking í bringubeini og miðmæti	1
Lungnabólga	4

en sjö daga.⁸ Einnig voru kannaðar sérstaklega enduraðgerðir og hvort komið hefði til endurinnlagnar sem rekja mátti til aðgerðarinnar. Skurðdauði (*operative mortality*) var skilgreindur sem andlát innan 30 daga frá aðgerð. Langtímalífur var könnuð samkvæmt upplýsingum úr Þjóðskrá og miðaðist eftirlit við 31. desember 2010. Meðaleftirlifing var $8,7 \pm 3,8$ ár (bil 1,8 – 13,6 ár).

Mælingar á lungnastarfsemi og þoli

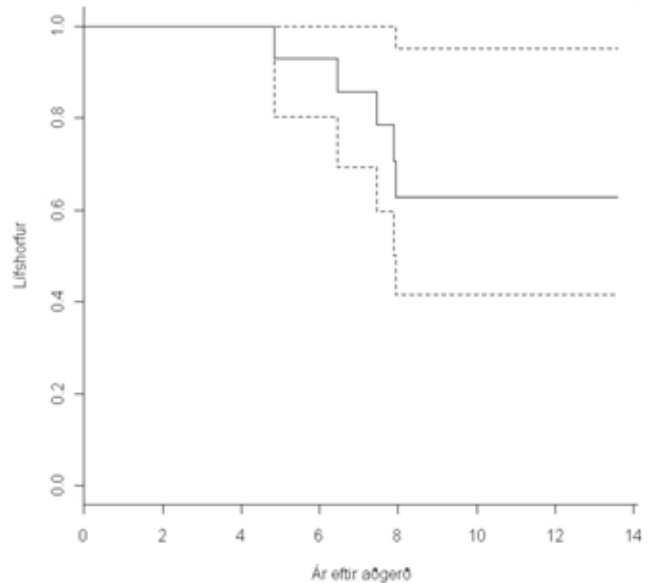
Mælingar á lungnastarfsemi, þoli og blóðgösum voru gerðar fyrir aðgerð eftir endurhæfingu og að meðaltali fjórum vikum eftir aðgerð. Lungnastarfsemi var metin með öndunarmælingu (Gould 2400 spirometer, Gould Instruments; Cleveland, OH) þar sem FVC og FEV₁ voru mæld ásamt lungnarúmmáli (*total lung capacity, TLC*) með helíumþýnningaraðferð. Loftskipti voru mæld með *single breath CO* aðferð. Þolpróf var gert á þrekhljóli þar sem álag var aukið jafnt og þétt þar til sjúklingur gafst upp eða próf stöðvað vegna einkenna. Mæld súrefnisupptaka (SensorMedics Inc.; Yorba Linda, CA) við hámarksálag á þolprófi var mælikvarði á þol og hámarksálagið sjálft (í vöttum) var skráð sem hámarksafkastageta sjúklings. Slagæðablóðþrúfur til mælinga á blóðgösum voru teknar sitjandi í hvíld fyrir þolpróf.

Skurðtækni

Allar aðgerðirnar voru gerðar í gegnum bringubeinsskurð og framkvæmdi sami skurðlæknir (KJ) þær allar. Notast var við tvíopa berkjurennu, annað lungað fellt saman í einu og 20-30% af rúmmáli hvors lunga um sig fjarlægð með heftibyssu (GIA AutoSuture, US Surgical, Cincinnati, OH, USA). Til að fyrirbyggja loftleka var notast við Gore-Tex[®] bætur til að styrkja heftiraðirnar. Í lok aðgerðar var komið fyrir brjóstholskerum í bæði fleiðruhol, þeir tengdir við sog (-20 cm H₂O) og bringubeininu lokað á hefðbundinn hátt með stálvír. Sjúklingarnir voru vaktir á skurðstofu og síðan vistaðir á vöknunardeild í 3-5 klukkustundir áður en þeir fluttust á legudeild hjarta- og lungnaskurðeildar. Brjóstholskerar voru fjarlægðir þegar loftleki hafði ekki sést í rúman sólarhring og bæði lungu vel þanin á lungnamynd. Fyrstu dagana eftir aðgerð voru verkir stilltir með dreypi sem gefið var í utanbastslegg, en honum var komið fyrir í upphafi svæfingar. Síðan var notast við hefðbundna verkjastillingu.

Tölfræði

Fyrir samfelldar breytur voru reiknuð meðaltöl með staðalfrávikum eða miðgildi og bil gefið upp þar sem við átti. Meðaltöl mælinga fyrir og eftir aðgerð voru borin saman með þöruðu t-prófi. Kaplan-



Mynd 1. Lífshorfur (Kaplan-Meier) 16 sjúklinga sem gengust undir lungnasmækkunaraðgerð á Íslandi 1996-2008. Lífshorfur eftir eitt, fimm og tíu ár voru 100%, 93% og 63%. Brotnar línur sýna 95% öryggisbil.

Meier aðferð var notuð við útreikning á lífshorfum. Tölfræðileg marktækni miðaðist við p-gildi <0,05.

Leyfi

Sjúklingarnir veittu upplýst samþykki fyrir þátttöku í rannsókninni en tilskilin leyfi fengust hjá Siðanefnd Landspítala, Persónuvernd, og lækningaforstjórum Landspítala og Reykjalundar.

Niðurstöður

Meðalaldur sjúklinganna sextán var $59,2 \pm 5,9$ ár (bil 52-72 ár). Sjúklingarnir höfðu allir sögu um reykingar en höfðu hætt reykingum að minnsta kosti sex mánuðum fyrir aðgerðina. Meðalfjöldi pakkaára var 49 ± 18 (bil 25-80).

Á fyrri hluta rannsóknartímabilsins (1996-2001) voru gerðar 12 aðgerðir og fjórar á því síðara (2002-2008). Aðgerðirnar tóku að meðaltali 86 ± 24 mínútur (bil 55-135). Fylgikvillar eftir aðgerð eru sýndir í töflu I. Viðvarandi loftleki var algengastur, eða hjá sjö sjúklingum, og fjórir greindust með lungnabólgu. Fimm sjúklingar gengust undir enduraðgerð, þar af fjórir vegna loss á bringubeini. Einn sjúkling þurfti að endurlífga í enduraðgerð sem gerð var vegna blæðingar í fleiðruhol. Allir sjúklingarnir lifðu af aðgerðina og útskrifuðust af sjúkrahúsi. Miðgildi legutíma var 17 dagar (bil 9-85 dagar). Tveir sjúklingar lágu inni lengur en einn mánuð. Báðir þurftu enduraðgerð og fékk annar þeirra sýkingu í bringubein og miðmætisbólgu. Við eftirlit voru 11 sjúklinganna á lífi. Dánarorsakir hinna fimm voru öndunarbílun (n=3) og lungnabólga (n=2). Mynd 1 sýnir Kaplan-Meier-graf yfir lífshorfur alls sjúklingahópsins og voru eins, þriggja og fimm ára lífshorfur 100%, 93% (95% öryggisbil 80-100%), 63% (95% öryggisbil 42-95%).

Mælingar á lungnastarfsemi, hlutþrýstingi súrefnis og koltvísýrings í slagæðablóði, hámarkssúrefnisupptöku og afkastagetu fyrir og eftir aðgerð eru sýndar í töflu II. FEV₁ hækkaði um 350 ± 220 mL (p<0,001) og FVC um 370 ± 360 mL (p=0,014). Lungnarúm-

mál og loftleif (*residual volume, RV*) lækkuðu marktækt eftir aðgerð, einnig hlutþrýstingur koltvísýrings í slagæðablóði. Ekki mældust marktækar breytingar á öðrum þáttum sem sýndir eru í töflu II.

Umræða

Í þessari rannsókn sem tók til 16 sjúklinga sem gengust undir lungnasmækkunaraðgerð vegna alvarlegrar lungnaþembu var sýnt fram á marktæka hækkun á FEV₁ og FVC fjórum vikum eftir aðgerð, en jafnframt lækun á lungnarúmmáli og koltvísýringi í blóði. Sambærilegum niðurstöðum hefur verið lýst í erlendum rannsóknum 3-18 mánuðum eftir aðgerð.^{2, 9-11}

Líklegasta skýring á bættri lungnastarfsemi virðist vera sú að þegar gisinn og ofþaninn lungnavefur er fjarlægður, fái aðrir hlutar lungans aukið rými. Einnig eykst teygjanleiki lungnanna, fráblástursgetan verður meiri og minna loft verður eftir í lungunum, auk þess sem styrkur þindarinnar vex.^{12, 13} Þessar breytingar auðvelda öndun og sjúklingurinn finnur minna fyrir mæði.¹⁴ Í stærri rannsóknum erlendis hefur verið sýnt fram á að áðurnefndar breytingar á öndunarmælingum og lungnarúmmáli ná hámarki sex til 12 mánuðum eftir aðgerð, en þær eru oftast gengnar til baka innan fimm ára.¹⁵ Hlutþrýstingur koltvísýrings í slagæðablóði (P_aCO₂) lækkaði eftir aðgerð, sem skýrist af bættri öndun, en magn koltvísýrings í blóði er í öfugu hlutfalli við loftflæði í lungnablöðrum. Ekki mældist marktæk hækkun á hlutþrýstingi súrefnis í slagæðablóði (P_aO₂) en í stærri rannsóknum erlendis hefur verið sýnt fram á hækkun P_aO₂ eftir aðgerð.^{2, 11}

Allir sjúklingarnir í þessari rannsókn lifðu af aðgerðina. Það verður að teljast góður árangur en í öðrum rannsóknum er skurðdauði á bilinu 0-17%.^{5, 16} Þó verður að taka tillit til þess að sjúklingar í þessari rannsókn voru fáir. Auk þess var P_aCO₂ í slagæðablóði lægra en í öðrum rannsóknum, en sýnt hefur verið fram á að P_aCO₂ yfir 45 mmHg er sterkur forspárþáttur skurðdauða eftir lungnasmækkunaraðgerð.¹⁷

Lifun eftir bæði eitt og fimm ár í þessari rannsókn var í herra lagi miðað við aðrar rannsóknir, en þar er fimm ára lifun yfirleitt á bilinu 62-73%.^{15, 18, 19} Tíu ára lifun í okkar rannsókn var 63%, en eftir því sem við best vitum hafa tölur yfir 10 ára lifun ekki verið birtar áður eftir lungnasmækkunaraðgerð.

Langvarandi loftleki var algengasti fylgikvillinn og greindist hjá tæpum helmingi (44%) sjúklinga. Þetta er tiltölulega lág tíðni miðað við aðrar rannsóknir þar sem langvarandi loftleki greindist í 46-95% tilfella eftir aðgerð.^{2, 20, 21} Loftleki var einnig helsta ástæða langs legutíma sjúklinganna.

Tæpur þriðjungur sjúklinga þurfti að gangast undir enduraðgerð, oftast vegna þess að bringubein hafði losnað. Þetta er mun hærri tíðni enduraðgerða en í öðrum rannsóknum þar sem hún hefur verið á bilinu 3-12%.^{15, 22} Einn sjúklingur fékk sýkingu í bringubein með miðmætisbólgu og annar gekkst undir enduraðgerð vegna blæðingar í fleidruholi sem stafaði af blæðingu frá lungna. Þennan sjúkling varð að endurlífga í enduraðgerð. Ekki er augljós skýring á hárrí tíðni enduraðgerða hér á landi. Ábendingar fyrir aðgerð virðast áþekkar og í öðrum rannsóknum og mismunandi sjúklingaþýði skýrir því varla þennan mun á tíðni fylgikvilla. Lungnasmækkunaraðgerð er tæknilega flókin og fjölda aðgerða þarf til að ná góðum tókum á henni. Í þessari rannsókn voru teknar með allar lungnasmækkunaraðgerðir á Íslandi frá upphafi,

Tafla II. Mælingar á lungnastarfsemi, hlutþrýstingi súrefnis og koltvísýrings í slagæðablóði, súrefnisupptöku og þoli fyrir og eftir lungnasmækkunaraðgerð. Gefin eru upp meðaltöl og prósent af viðmiðunargildi í sviga.

Mæling	Fyrir aðgerð	Eftir aðgerð	Breyting
FEV ₁ L	0,97 (33)	1,31 (45)	↑ 35%**
FVC L	2,9 (74)	3,3 (84)	↑ 14%*
FEV ₁ /FVC hlutfall	33	39	↑ 18%*
TLC L	7,8 (132)	7,2 (122)	↓ 8%*
RV L	4,3 (199)	3,7 (171)	↓ 14%*
DLCO mmól/kPa/mín	3,2 (45)	3,0 (42)	↓ 7%
P _a O ₂ (mmHg)	71	70	
P _a CO ₂ (mmHg)	41	38**	
Hámarkssúrefnisupptaka (mL/mín)	1031	1062	
Hámarksafkastageta (W)	69	71	

FEV₁ (forced expiratory volume in 1 second), fráblástur á einni sekúndu
 FVC (forced vital capacity), hámarksfráblástur
 TLC (total lung capacity), lungnarúmmál
 RV (residual volume), lungnaleif
 DLCO (diffusion capacity for carbon monoxide), loftskipti fyrir kolmónoxíð
 P_aO₂ hlutþrýstingur súrefnis í slagæðablóði
 P_aCO₂ hlutþrýstingur koltvísýrings í slagæðablóði
 *p<0,05 **p<0,01

og því líklegt að fylgikvillum hefði fækkað með aukinni reynslu og fjölda aðgerða. Erlendis er í vaxandi mæli farið að gera þessar aðgerðir með brjóstholssjá en fyrstu rannsóknirnar sýndu lakari árangur en við hefðbundna opna aðgerð.^{20, 23} Nýlegar rannsóknir benda hins vegar til þess að aðgerðir með brjóstholssjá fækki fylgikvillum og stytta legutíma, sem aftur lækkar kostnað.³ Þar sem enduraðgerðatíðni vegna bringubeinsvandamála er há hér á landi má leiða líkur að því að brjóstholssjáaáðgerð sé álitlegur kostur við lungnasmækkunaraðgerðir hérlendis. Á síðustu árum hefur lungnasmækkunaraðgerðum þó fækkað verulega hér á landi, líkt og í nágrannalöndum okkar.¹⁸ Skýringin á þessu er sennilega margþætt, en eflaust skiptir miklu máli að nýir valkostir eru í boði fyrir sjúklinga með alvarlega lungnateppu. Má þar sérstaklega nefna einstefnuloka (*one-way endobronchial valve*) en þeim er komið fyrir með berkjuspeglunartækni út í berkjugreinar lungna og lungur þannig minnkuð.²⁴

Helsti styrkur þessarar rannsóknar er að gögnum var safnað á framskyggnan hátt hjá öllum sjúklingum sem gengust undir lungnasmækkunaraðgerð hjá heilli þjóð. Að sama skapi er það veikleiki að sjúklingahópurinn var lítill. Auk þess vantaði upplýsingar um mat á mæði fyrir og eftir aðgerð og sömuleiðis hvernig sjúklingar mátu lífsgæði sín. Slíkar upplýsingar hefðu gefið betri vitneskju um árangur aðgerðanna, eins og gert hefur verið í öðrum rannsóknum.⁸

Niðurstöður þessarar rannsóknar sýna að sjúklingar með alvarlega lungnaþembu sem gengust undir lungnasmækkunaraðgerð fengu marktæka hækkun á öndunarmælingum, lækun á lungnarúmmáli og lækun á koltvísýringi í blóði. Fimm ára lifun var 93% sem þykir góður árangur. Hins vegar var tíðni fylgikvilla há, sérstaklega tíðni enduraðgerða.

Þakkir fær Gunnhildur Jóhannsdóttir skrifstofustjóri fyrir aðstoð við leit að sjúkraskrá. Rannsóknin hlaut styrk úr vísinda- og fræðslusjóði Félags fagfólks um hjarta- og lungnaendurhæfingu.

Heimildir

- Benediktssdóttir B, Guðmundsson G, Jörundsdóttir KB, Vollmer W, Gíslason Þ. Hversu algeng er langvinn lungnateppa? - Íslensk faraldrafræðirannsókn. Læknablaðið 2007; 93: 471-7.
- Cooper JD, Patterson GA, Sundaresan RS, et al. Results of 150 consecutive bilateral lung volume reduction procedures in patients with severe emphysema. J Thorac Cardiovasc Surg 1996; 112: 1319-29; discussion 29-30.
- McKenna RJ, Jr., Benditt JO, DeCamp M, et al. Safety and efficacy of median sternotomy versus video-assisted thoracic surgery for lung volume reduction surgery. J Thorac Cardiovasc Surg 2004; 127: 1350-60.
- Yusen RD, Lefrak SS, Gierada DS, et al. A prospective evaluation of lung volume reduction surgery in 200 consecutive patients. Chest 2003; 123: 1026-37.
- Cooper JD, Trulock EP, Triantafyllou AN, et al. Bilateral pneumectomy (volume reduction) for chronic obstructive pulmonary disease. J Thorac Cardiovasc Surg 1995; 109: 106-16; discussion 16-9.
- Russi EW, Stammberger U, Weder W. Lung volume reduction surgery for emphysema. Eur Respir J 1997; 10: 208-18.
- Kotloff RM, Tino G, Palevsky HI, et al. Comparison of short-term functional outcomes following unilateral and bilateral lung volume reduction surgery. Chest 1998; 113: 890-5.
- Fishman A, Martinez F, Naunheim K, et al. A randomized trial comparing lung-volume-reduction surgery with medical therapy for severe emphysema. N Engl J Med 2003; 348: 2059-73.
- Date H, Goto K, Souda R, et al. Bilateral lung volume reduction surgery via median sternotomy for severe pulmonary emphysema. Ann Thorac Surg 1998; 65: 939-42.
- Wilkens H, Demertzis S, König J, Leitnaker CK, Schafers HJ, Sybrecht GW. Lung volume reduction surgery versus conservative treatment in severe emphysema. Eur Respir J 2000; 16: 1043-9.
- Miller JD, Berger RL, Malthaner RA, et al. Lung volume reduction surgery vs medical treatment: for patients with advanced emphysema. Chest 2005; 127: 1166-77.
- Brantigan OC, Mueller E, Kress MB. A surgical approach to pulmonary emphysema. Am Rev Respir Dis 1959; 80: 194-206.
- Criner G, Cordova FC, Leyenson V, et al. Effect of lung volume reduction surgery on diaphragm strength. Am J Respir Crit Care Med 1998; 157: 1578-85.
- Martinez FJ, de Oca MM, Whyte RI, Stetz J, Gay SE, Celli BR. Lung-volume reduction improves dyspnea, dynamic hyperinflation, and respiratory muscle function. Am J Respir Crit Care Med 1997; 155: 1984-90.
- Ciccione AM, Meyers BF, Guthrie TJ, et al. Long-term outcome of bilateral lung volume reduction in 250 consecutive patients with emphysema. J Thorac Cardiovasc Surg 2003; 125: 513-25.
- Geddes D, Davies M, Koyama H, et al. Effect of lung-volume-reduction surgery in patients with severe emphysema. N Engl J Med 2000; 343: 239-45.
- Szekely LA, Oelberg DA, Wright C, et al. Preoperative predictors of operative morbidity and mortality in COPD patients undergoing bilateral lung volume reduction surgery. Chest 1997; 111: 550-8.
- Ramsey SD, Shroyer AL, Sullivan SD, Wood DE. Updated evaluation of the cost-effectiveness of lung volume reduction surgery. Chest 2007; 131: 823-32.
- Weder W, Tutic M, Lardinois D, et al. Persistent benefit from lung volume reduction surgery in patients with homogeneous emphysema. Ann Thorac Surg 2009; 87: 229-36; discussion 36-7.
- Kotloff RM, Tino G, Bavaria JE, et al. Bilateral lung volume reduction surgery for advanced emphysema. A comparison of median sternotomy and thoracoscopic approaches. Chest 1996; 110: 1399-406.
- DeCamp MM, Blackstone EH, Naunheim KS, et al. Patient and surgical factors influencing air leak after lung volume reduction surgery: lessons learned from the National Emphysema Treatment Trial. Ann Thorac Surg 2006; 82: 197-206; discussion 7.
- Daniel TM, Chan BB, Bhaskar V, et al. Lung volume reduction surgery. Case selection, operative technique, and clinical results. Ann Surg 1996; 223: 526-31; discussion 32-3.
- Brenner M, McKenna RJ Jr, Gelb AF, Fischel RJ, Wilson AF. Rate of FEV1 change following lung volume reduction surgery. Chest 1998; 113: 652-9.
- Shah PL, Slebos DJ, Cardoso PE, et al. Bronchoscopic lung-volume reduction with Exhale airway stents for emphysema (EASE trial): randomised, sham-controlled, multicentre trial. Lancet 2011; 378: 997-1005.

ENGLISH SUMMARY

Lung volume reduction surgery for severe pulmonary emphysema in Iceland

Gunnarsson SI, Johannsson KB, Gudjonsdóttir M, Jonsson S, Beck HJ, Magnusson B, Gudbjartsson T

Introduction: Lung volume reduction surgery (LVRS) can benefit patients with severe emphysema. The aim of this study was to evaluate the outcome of LVRS performed in Iceland.

Materials and methods: A prospective study of 16 consecutive patients who underwent bilateral LVRS through median sternotomy between January 1996 and December 2008. All patients had disabling dyspnea, lung hyperinflation, and emphysema with upper lobe predominance. Preoperatively all patients underwent pulmonary rehabilitation. Spirometry, lung volumes, arterial blood gases and exercise capacity were measured before and after surgery. Mean follow-up time was 8.7 years.

Results: Mean age was 59.2 ± 5.9 years. All patients had a history of heavy smoking. There was no perioperative mortality and survival was 100%, 93%, and 63% at 1, 5, and 10 years, respectively. The forced expiratory volume in 1 second (FEV₁) and the forced vital capacity (FVC) improved significantly after surgery by 35% ($p < 0.001$) and 14% ($p < 0.05$), respectively. The total lung capacity, residual volume and partial pressure of CO₂ also showed statistically significant improvements but exercise capacity, O₂ consumption and diffusing capacity of the lung for CO did not change. Prolonged air leak (≥ 7 days) was the most common complication ($n=7$). Five patients required reoperation, most commonly for sternal dehiscence ($n=4$).

Conclusion: In this small prospective study, FEV₁ and FVC increased and lung volumes and P_aCO₂ improved after LVRS. Long term survival was satisfactory although complications such as reoperations for sternal dehiscence were common and hospital stay therefore often prolonged.

Key words: Lung volume reduction surgery (LVRS), emphysema, lung function, complications, outcome, survival.