

# Kostnaðarvirknigreining á bólusetningu gegn pneumókokkum á Íslandi

## Ágrip

**Margrét  
Björnsdóttir**  
heilsuhagfræðingur og  
hjúkrunarfræðingur

**Tilgangur:** Pneumókokkasýkingar eru algengar meðal barna og rosinna einstaklinga. Með tilkomu ónæmra stofna er árangur sýklalyfjameðferðar orðinn takmarkaður. Af þeim sökum er víða erlendis farið að bólusetja börn gegn algengustu hjúperðum pneumókokka. Tilgangur verkefnisins var að meta hvort hagkvæmt væri að taka upp bólusetningu gegn pneumókokkum á Íslandi.

**Efniviður og aðferðir:** Kostnaðarvirknigreining var gerð út frá samfélagslegu sjónarhorni þar sem kostnaðarvirknihlutfallið ICER var metið út frá kostnaði á hvert viðbótarlíf og viðbótarlífár. Greiningin var miðuð við árið 2008 og allar kostnaðartölur reiknaðar út samkvæmt því. Við núvirðingunni var miðuð við 3% afvöxtunarstuðul.

**Niðurstöður:** Árlegur kostnaður samfélagsins vegna pneumókokka á Íslandi var metinn 718.146.252 kr. ef börn væru bólusett en 565.026.552 kr. ef ekki væri bólusett. Umframkostnaður vegna bólusetningarinnar var því 153.119.700 kr. Með bólusetningunni væri árlega hægt að bjarga 0,669 lífum meðal barna á aldrinum 0-4 ára og 21,11 lífárum. Kostnaður vegna hvers viðbótarlífs sem hægt væri að bjarga með bólusetningunni var 228.878.476 kr. og 7.253.420 kr. vegna hvers viðbótarlífsárs.

**Ályktun:** Að teknu tilliti til þeirra forsendna sem gefnar eru í upphafi benda niðurstöður til þess að bólusetning gegn pneumókokkum á Íslandi sé hagkvæm.

## Inngangur

Pneumókokkar eru bakteríur sem geta valdið alvarlegum sýkingum og í sumum tilfellum leitt til dauða. Börn og aldraðir eru einkum í áhættuhópi en alvara sýkinga er háð því hvert í líkamann bakteríurnar berast. Sýkingar af völdum pneumókokka eru ýmist ífarandi eða yfirborðssýkingar. Ífarandi sýkingar geta verið lífshættulegar og sem dæmi um það má nefna heilahimnubólgu, blóðsýkingu og lungnabólgu. Miðeyrnabólga er dæmi um pneumókokkasýkingu sem ekki er ífarandi. Slíkar

sýkingar eru algengari en ífarandi sýkingar en ekki jafnhættulegar.<sup>1-3</sup> Samkvæmt upplýsingum frá Alþjóðaheilbrigðismálastofnuninni látast árlega allt að ein milljón barna yngri en fimm ára úr pneumókokkasýkingum í heiminum.<sup>4</sup> Talið er að dauðsföll meðal fullorðinna séu álíka mörg.<sup>5</sup>

Framan af var sýklalyfjameðferð árangursrík við meðhöndlun á pneumókokkasýkingum en með tilkomu ónæmra stofna er árangur hennar orðinn takmarkaður. Þess vegna er mikilvægt að leita leiða til þess að fyrirbyggja sýkingar. Þar með má einnig lækka meðferðarkostnað sem getur verið mikill fyrir samfélagið. Ein leið til þess er að taka upp bólusetningar gegn pneumókokkum. Hér á landi hefur verið mælt með að einstaklingar eldri en 60 ára láti bólusetja sig á tíu ára fresti. Á undanförunum árum hefur aukin áhersla verið lögð á þróun bólusetningaáætlunar sem dregur úr hættu á pneumókokkasýkingum í bernsku.<sup>6,7</sup> Fjölsykrubóluefni hafa sýnt góðan árangur meðal fullorðinna en hafa aðeins í för með sér takmarkaða mótefnamyndun hjá börnum þar sem ónæmiskerfi þeirra er ekki fullþroskað. Aftur á móti hefur próteintengt fjölsykrubóluefni reynst árangursríkt meðal barna.

Um nokkurt skeið hefur verið á markaði bóluefni sem veitir vörn gegn sjö af yfir 90 hjúperðum bakteríunnar og verið er að þróa bóluefni sem veita vörn gegn fleirum. Ýmsar rannsóknir hafa sýnt fram á góðan árangur þess meðal barna yngri en tveggja ára og víða erlendis hafa slíkar bólusetningar þegar verið teknar upp.<sup>8-10</sup>

Enn sem komið er hefur engin hagfræðileg úttekt verið gerð á því hvort hagkvæmt væri að taka upp slíka bólusetningu hér á landi en árlega greinast um 48 manns með alvarlegar pneumókokkasýkingar á Íslandi auk þess sem margir fá sýkingar sem ekki eru jafn hættulegar. Ekki er ljóst hversu margir hljóta alvarlegar og langvinnar afleiðingar pneumókokkasýkinga. Vitað er að árlega látast um sex manns af völdum pneumókokka. Flestir þeirra eru rosknir en gera má ráð fyrir að tæplega eitt barn yngra en fimm ára látist árlega af völdum pneumókokka. Þar sem

**Lykilorð:** pneumókokkar,  
bólusetning, kostnaðarvirgni.

Þessi rannsókn var unnin sem lokaverkefni til meistaraþrófs í heilsuhagfræði við hagfræðideild Háskóla Íslands.

Fyrirspurnir og  
bréfaskipti:  
[gretab@live.com](mailto:gretab@live.com)  
Símanúmer: 8660210

til greina hefur komið að taka upp bólusetningu gegn pneumókokkum meðal barna hér á landi hefur verið mælt með að gerð yrði úttekt á kostnaðarhagkvæmni slíkrar bólusetningar sem tæki mið af íslenskum aðstæðum.<sup>11</sup>

Uptaka almennrar bólusetningar gegn pneumókokkum er talsverð fjárfesting fyrir heilbrigðisyfirvöld. Við mat á því hvort slík fjárfesting sé hagkvæm eða hvort skynsamlegra sé að verja fjármunum í önnur verkefni þarf að taka ýmsa þætti til greina. Huga þarf að því hvað kostar að bólusetja og hver kostnaðurinn er ekki er bólusetting. Einnig þarf að skoða hvaða áhrif bólusetningin hefur á heilsu og hver kostnaðarhagkvæmnin er. Kostnaðarvirknigreining er hagfræðileg aðferð sem getur verið árangursrík þegar erfitt eða óheppilegt þykir að meta fjárhagslegan ávinning íhlutana í heilbrigðiskerfinu. Við slíka greiningu er kostnaður vegna íhlutunar metinn á mótí ýmsum tegundum árangursmælinga eins og viðbótarlífárum, viðbótar lífsgæðaárum eða fækkun á veikindadögum.<sup>12</sup> Reiknað er út svokallað kostnaðarvirknihlutfall sem sýnir hlutfall kostnaðar og virkni. Með þessari aðferð er hægt að skoða hver kostnaðurinn er vegna hvernar viðbótareiningar af virkni. Ýmsar kostnaðarvirknigreiningar hafa verið gerðar á pneumókokkabólusetningum erlendis.

Samkvæmt niðurstöðum þeirra virðist bólusetning gegn pneumókokkum með sjögildu bóluefni vera hagkvæm ef miðað er við þrjá skammta af bóluefninu og ef tekið er tillit til hjarðónæmis.<sup>9, 13-15</sup>

Þótt rannsóknir hafi verið gerðar víða erlendis á kostnaðarvirkni bólusetninga gegn pneumókokkum er ekki einfalt að yfirfæra þær niðurstöður á Ísland þar sem faraldsfræði pneumókokkasýkinga er mjög mismunandi milli landa. Einnig geta þættir eins og samfélagsgerð og uppbygging heilbrigðiskerfisins verið misjöfn og leitt til mismunandi kostnaðar, bæði vegna bólusetningarinnar sjálfrar og meðferðar. Þess vegna er nauðsynlegt að skoða sérstaklega hvernig staðan er hér á landi. Tilgangur verkefnisins var að kanna hvort hagkvæmt væri að bjóða íslenskum börnum upp á bólusetningu gegn pneumókokkum. Til þess að leita svara við spurningunni var stuðst við kostnaðarvirknigreiningu.

### Efniviður og aðferðir

Í rannsókninni var ákveðið að skoða algengustu pneumókokkasýkingar og mögulegar afleiðingar þeirra. Um var að ræða heilhimnubólgu, blóðsýkingu, lungnabólgu og bráðamiðeyrnabólgu. Samanburður var gerður á tveimur kostum, annars vegar ef bólusetting væri gegn pneumókokkum og hins vegar ef ekki væri bólusetting. Við mat á árangri var skoðað hversu mörg viðbótarlíf og viðbótarlífár fengjust með skipulagðri bólusetningu samanborið við það ef ekki væri bólusetting. Einnig var reiknað út kostnaðarvirknihlutfall til þess að komast að því hver kostnaður væri vegna hvers viðbótarlífs og viðbótarlífsárs sem hægt væri að bjarga með bólusetningunni. Að lokum var gerð næmisgreining til þess að ganga úr skugga um hvort breytingar á grunnforsendum hefðu áhrif á niðurstöður greiningarinnar. Stuðst var við íslensk gögn eins og kostur var en í þeim tilvikum sem þau voru ekki fyrir hendi var leitað í erlendar fræðigreinar. Þær upplýsingar sem fengust hér á landi komu meðal annars frá: fjármálaráðuneytinu, Hagstofu Íslands, Heyrnar- og talmeinstöð Íslands, Heyrnartækni, landlækniseimbættinu, Landspítala, Lyfjaverðskrá, ríkisskattstjóra, Seðlabanka Íslands, Tryggingastofnun ríkisins og Verslunarmannafélagi Reykjavíkur. Greiningin var miðuð við árið 2008 og allur kostnaður reiknaður í samræmi við það. Samantekt á meginatriðum greiningarinnar má sjá nánar í töflu I.

**Tafla I.** Meginatriði greiningarinnar

Rannsóknarspurning	Væri kostnaðarhagkvæmt að taka upp bólusetningu gegn pneumókokkum meðal barna á Íslandi?
Samanburður	Bólusetning með sjögildu bóluefni eða engin bólusetning
Tegund af hagfræðilegri greiningu	Kostnaðarvirknigreining
Mæliskvarði á virkni íhlutunar	Viðbótarlíf og viðbótarlífár
Sjónarhorn	Samfélagslegt
Verðlagsár	2008
Vernd bóluefnisins	4 ár
Þekjun bólusetningar	95%
Hópur sem fær bólusetningu	Einn fæðingarárgangur á Íslandi
Fjöldi skammta af bóluefni	3
Virkni bóluefnisins	Heilahimnubólga: 93,9% Blóðsýking: 93,9% Lungnabólga: 25,5% Miðeyrnabólga: 6%
Afvöxtun	3%
Helstu forsendur	Umsýslukostnaður er áætlaður 0 kr. Gert er ráð fyrir hópbólusetningu. Hjarðónæmi er tekið með í greininguna. Framleiðslutap foreldra vegna veikinda barna er skoðað. Ekki er tekið tillit til fækkunar á sýkingum af völdum ónæmra pneumókokka ef bólusetning er tekin upp. Ekki er tekið tillit til þess að með bólusetningunni gæti orðið aukning á sýklum og sýkingum af völdum hjúperða sem ekki er að finna í bóluefninu.

*Helstu forsendur*

Í greiningunni var miðað við að öll börn fædd árið 2008 fengu þrjá skammta af bóluefninu og að bólusetning færi fram í heilsugæslunni samhliða almennum barnabólusetningum við þriggja, fimm og 12 mánaða aldur. Samkvæmt upplýsingum úr ársskýrslu landlæknisembættisins frá árinu 2008 er áætlað að þekjun frumbólusetningar gegn barnaveiki, stífkrampa, kíghósta, haemofilus influenzae af gerð b og lömunarveiki sé yfir 95%.<sup>16</sup> Í greiningunni var miðað við sömu þekjun. Ekki er vitað hversu lengi bóluefnið veitir vernd gegn pneumókokkasýkingum og þess vegna er misjafnt eftir rannsóknum hvaða viðmið eru notuð. Ýmsar rannsóknir á Norðurlöndunum hafa miðað við að virkni bóluefnisins meðal bólusettra barna sé um fjögur ár.<sup>13,15</sup> Ákveðið var að gera það einnig í þessu tilviki. Til þess að meta áhrif bólusetningarinnar á fullorðna var hjarðónæmi metið. Gert var ráð fyrir því að hjarðónæmi vegna bólusetningar hjá einum árgangi varaði í eitt ár. Það er í samræmi við það sem miðað er við í öðrum rannsóknum.<sup>13,15</sup>

Hvað varðar virkni bólusetningarinnar gegn sýkingum af völdum þeirra hjúperða sem er að finna í bóluefninu var stuðst við niðurstöður erlendra rannsókna þar sem engin reynsla er komin af bóluefninu á Íslandi.<sup>6,17,18</sup> Miðað var við að virkni bóluefnisins gegn ífarandi sýkingum af völdum þeirra hjúperða sem er að finna í sjögilda bóluefninu væri 93,9%. Virkni bóluefnisins gegn lungnabólgu væri 25,5% og gegn miðeyrnabólgu 6%. Gert var ráð fyrir að virkni bóluefnisins gegn hugsanlegum aukaverkunum heilahimnubólgu, blóðsýkinga, lungnabólgu og miðeyrnabólgu af völdum pneumókokka væri sú sama og gegn tilteknum sýkingum.

Sumar rannsóknir á kostnaðarvirkni bólusetningar gegn pneumókokkum taka tillit til svokallaðrar hópbólusetningar. Með því er átt við að ákveðinn hópur sem ekki tilheyrir þeim árgangi sem til stendur að bólusetja er einnig boðið upp á bólusetningu við innleiðingu hennar. Ákveðið var að taka tillit til slíkrar bólusetningar í greiningunni. Við mat á því með hvaða hætti hópbólusetning ætti að fara fram var stuðst við rannsókn Lebel.<sup>19</sup> Gert var ráð fyrir því að börnum fram að fjögurra ára aldri væri boðið upp á hópbólusetningu. Miðað var við 95% þekjun eins og í almennu bólusetningunni. Gert var ráð fyrir því að foreldrar þyrftu að koma sérstaklega með börnin sín í þessa bólusetningu og að sá tími sem tæki hjúkrunarfræðing að framkvæma verkið og ræða við foreldri og barn væri tíu mínútur.

Upplýsingar um tíðni ífarandi pneumókokkasýkinga fengust frá sýklafræðideild Landspítala.<sup>11</sup> Við mat á tíðni lungnabólgu var stuðst

við upplýsingar frá hag- og upplýsingasviði Landspítala en við mat á miðeyrnabólgu var stuðst við niðurstöður bandarískrar rannsóknar.<sup>20</sup>

*Kostnaðarvirknigreining á bólusetningu gegn pneumókokkum*

Vegna áhrifa vaxta er fjármagn í dag almennt talið meira virði en sama upphæð í framtíðinni. Þess vegna er ekki hægt að bera saman fjárhæðir sem falla til á ólíkum tímupunktum án þess að núvirða. Þar sem kostnaður vegna bólusetningar gegn pneumókokkum kemur fram í upphafi en ávinningurinn ekki fyrr en seinna er mikilvægt að núvirða kostnað. Til þess að finna núvirði er kostnaður og ávinningur afvaxtaður. Í greiningunni var stuðst við 3% afvöxtunarstuðul. Við núvirðingu var stuðst við eftirfarandi jöfnu:

$$\text{Núvirtur kostnaður} = \frac{\text{kostnaður sem fellur til í framtíð}}{(1 + \text{vaxtaþrósentu})^{\text{áru fjöldi frá bólusetningu áru}}}$$

Til þess að meta hversu mörgum lífárum væri hægt að bjarga með því koma í veg fyrir að eins árs barn létist af völdum pneumókokkasýkingar var stuðst við upplýsingar um meðalævilengd á Íslandi árið 2008. Samkvæmt þeim er ólífuð meðalævi við eins árs aldur 80,45 ár. Það væri því hægt að bjarga 80,45 lífárum fyrir hvert andlát sem hægt væri að koma í veg fyrir meðal eins árs barna. Eftir að bæði var búið að taka tillit til virkni bóluefnisins gegn ífarandi sýkingum af völdum þeirra hjúperða sem er að finna í sjögilda bóluefninu auk 95% þekjunar væri hægt að koma í veg fyrir 0,669 af þeim 0,75 andlátum sem árlega eiga sér stað vegna pneumókokka og bjarga 53,82 lífárum. Þegar búið er að núvirða kemur í ljós að fjöldi lífára sem árlega bjargast með bólusetningunni eru 21,11. Þessar tölur voru lagðar til grundvallar við útreikninga í kostnaðarvirknigreiningunni. Til þess að komast að því hver kostnaður væri vegna hvers viðbótarlífs og viðbótarlífárs sem hægt væri að bjarga með bólusetningunni voru eftirfarandi jöfnur notaðar:

$$\text{ICER} = \frac{\text{Viðbótarkostnaður vegna bólusetningar gegn pneumókokkum}}{\text{Viðbótarlíf sem hlýst vegna bólusetningarinnar}}$$

$$\text{ICER} = \frac{\text{Viðbótarkostnaður vegna bólusetningar gegn pneumókokkum}}{\text{Viðbótarlífár sem hljófast vegna bólusetningarinnar}}$$

*Kostnaður vegna pneumókokkasýkinga*

Kostnaður vegna pneumókokkasýkinga var skoðaður ef börn væru bólusett og ef ekki væri bólusett. Bæði var tekinn til greina beinn og óbeinn kostnaður. Beinn kostnaður fól í sér kostnað vegna bólusetningarinnar og vegna meðferðar á pneumókokkasýkingum hjá börnum 0-4 ára. Óbeinn kostnaður fól í sér kostnað vegna framleiðslutaps í tengslum við veikindi

**Tafla II. Samfélagslegur kostnaður vegna pneumókokka. Samanburður á bólusetningu og ekki bólusetningu**

	Ekki bóluset	Bóluset	Mism. ef bóluset
Beinn kostnaður			
Bólusetning	0 kr.	43.519.895 kr.	43.519.895 kr.
Hópbólusetning	0 kr.	146.016.425 kr.	146.016.425 kr.
Heilahimnubólga og hugsanlegar afleiðingar:			
Heilahimnubólga	701.286 kr.	44.917 kr.	-656.369 kr.
Krampar	60.722 kr.	3.889 kr.	-56.833 kr.
Vatnshöfuð (e. hydrocephalus)	2.279 kr.	146 kr.	-2.133 kr.
Taugafræðilegar afleiðingar	71.910 kr.	4.606 kr.	-67.304 kr.
Heyrnarskerðing	10.532 kr.	675 kr.	-9.857 kr.
Blóðsýking og hugsanlegar afleiðingar:			
Blóðsýking	5.025.492 kr.	321.883 kr.	-4.703.609 kr.
Taugafræðilegar afleiðingar	258.900 kr.	16.583 kr.	-242.317 kr.
Lungnabólga og hugsanlegar afleiðingar:			
Lungnabólga	19.247.058 kr.	15.056.011 kr.	-4.191.047 kr.
Holsigerð (e. empyema)	525.887 kr.	411.375 kr.	-114.512 kr.
Bráðamiðeyrnabólga og hugsanlegar afleiðingar:			
Bráðamiðeyrnabólga	105.923.959 kr.	104.546.948 kr.	-1.377.011 kr.
Bráðamiðeyrnabólga - lyfjameðferð	35.009.806 kr.	34.554.679 kr.	-455.127 kr.
Sýking í klettbeini (e. mastoiditis)	6.451.254 kr.	6.367.387 kr.	-83.867 kr.
Vökvi í miðeyra	9.930.371 kr.	9.801.276 kr.	-129.095 kr.
Hljóðhimnurörisetningar á dag- eða göngudeild	47.082.103 kr.	46.470.036 kr.	-612.067 kr.
Langvarandi afleiðingar eyrnabólgu	5.296.198 kr.	5.227.347 kr.	-68.851 kr.
Óbeinn kostnaður			
Framleiðslutap foreldra	238.628.971 kr.	233.026.865 kr.	-5.602.106 kr.
Hjarðónæmi	102.179.552 kr.	83.801.118 kr.	-18.378.434 kr.
Heildarkostnaður	576.406.280 kr.	729.192.061 kr.	152.785.781 kr.
Heildarkostnaður núvirtur	565.026.552 kr.	718.146.252 kr.	153.119.700 kr.

auk hjarðónæmis. Við mat á hjarðónæmi var bráðamiðeyrnabólga ekki tekin með í reikninginn.

#### *Kostnaður ef bóluset*

Sá kostnaður sem þurfti að taka til greina ef bólusetning gegn pneumókokkum væri tekin upp var kostnaður vegna bólusetningarinnar. Sá kostnaður fól í sér verð á bóluefni og umsýslukostnað vegna hópbólusetningarinnar. Þar sem almenna bólusetningin færi fram samhliða öðrum barnabólusetningum var ekki gert ráð fyrir umsýslukostnaði við hana. Gert var ráð fyrir að ríkið myndi fá 25% afslátt af heildsöluverði bóluefnis. Reiknað var út hver kostnaður vegna meðferðar við pneumókokkasýkingum væri eftir að búið var að taka tillit til fækkunar tilfella í kjölfar bólusetningar. Einnig var tekið tillit til framleiðslutaps vegna fjarveru foreldra frá vinnu vegna veikinda barna sinna auk hjarðónæmis. Við mat á framleiðslutapi foreldra var stuðst við meðallaunakostnað en til þess var stuðst

við upplýsingar um meðaltekjur eftir aldri og kyni frá árinu 2007. Niðurstöður voru framreiknaðar til ársins 2008 miðað við þá hækkun sem varð á launavísitölu milli árunna 2007 til 2008. Launatengdum gjöldum var bætt við og stuðst við upplýsingar um þau sem voru á heimasíðu fjármálaráðuneytisins.<sup>21</sup> Til þess að áætla vinnudaga í mánuði var miðað við skilgreiningu í Kjarasamningi milli Verslunarmannafélags Reykjavíkur og Samtaka atvinnulífsins frá árinu 2008.<sup>22</sup> Þar kemur fram að vinnudagar í mánuði eru að meðaltali 21,67. Stuðst var við sömu upplýsingar við mat á fjarveru foreldra frá vinnu vegna veikinda barna. Kostnaður vegna vinnu hjúkunarfræðings við hópbólusetninguna var reiknaður út frá dagvinnukaupi hjúkunarfræðinga. Í töflu II má sjá samantekt á samfélagslegum kostnaði ef bólusetning gegn pneumókokkum væri tekin upp.

#### *Kostnaður ef ekki væri bóluset*

Sá kostnaður sem félli til ef bólusetning væri ekki tekin upp er kostnaður vegna meðferðar á pneumókokkasýkingum sem upp kæmu. Til þess að finna þann kostnað var stuðst við upplýsingar um tíðni sýkinga og þær margfaldaðar með kostnaði vegna meðferðar. Í töflu II má sjá hver kostnaður samfélagsins væri ef ekki væri bóluset.

#### **Niðurstöður**

Í töflu II má sjá samanburð á kostnaði ef bóluset er gegn pneumókokkum og ef ekki er bóluset. Miðað var við verðlag ársins 2008. Þar kemur fram að árlegur kostnaður samfélagsins vegna pneumókokka á Íslandi væri 718.146.252 kr. ef börn væru bóluset en 565.026.552 kr. ef ekki væri bóluset. Umframkostnaður vegna bólusetningarinnar reyndist því vera 153.119.700 kr. Ef bólusetningin væri tekin upp myndi stærsti beini kostnaðarliðurinn vera hópbólusetningin. Ástæðan fyrir því er sú að í tengslum við hana þurfti að taka til greina umsýslukostnað. Í töflu II má einnig sjá samanburð á kostnaði vegna meðferðar á pneumókokkasýkingum meðal barna 0-4 ára. Þar kemur fram að stærsti kostnaðarliðurinn er vegna meðferðar á eyrnabólgu. Ef bólusetning yrði tekin upp myndi þessi kostnaður lækka aðeins. Framleiðslutap foreldra og hjarðónæmi kostar samfélagið líka talsvert. Kostnaður vegna hvers viðbótarlífs sem hægt væri að bjarga með bólusetningunni reyndist vera 228.878.476 kr. og 7.253.420 kr. vegna hvers viðbótarlífárs.

**Umræða**

Þar sem ekki er til skilgreining á því hvað telst ásættanleg kostnaðarvirkni var stuðst við niðurstöður annarra rannsókna til þess að átta sig á niðurstöðum greiningarinnar. Í heilbrigðisáætlun til ársins 2010 kemur fram að verðmæti tölfræðilegs lífs er metið á um 280 milljónir króna á verðlagi ársins 1995.<sup>23</sup> Ef þessi tala er framreiknuð til ársins 2008 út frá vísitölu neysliverðs væri verðmæti tölfræðilegs lífs um 497.379.056 kr. Samkvæmt þessu viðmiði væri bólusetning gegn pneumókokkum hagkvæm þar sem kostnaður vegna hvers lífs sem tækist að bjarga með bólusetningunni var metinn á 228.878.467 kr. Samanburður við niðurstöður erlendra kostnaðarvirknigreininga á bólusetningu gegn pneumókokkum getur einnig verið gagnlegur. Til þess að umreikna erlenda gjaldmiðla yfir í íslenskar krónur var stuðst við viðmiðunargengi Seðlabanka Íslands frá því í júlí 2008.<sup>24</sup> Í Noregi hefur kostnaðarvirkni bólusetningarinnar verið metin út frá kostnaði á hvert viðbótarlífár að teknu tilliti til hjarðónæmis. Niðurstöður sýndu að kostnaður á hvert viðbótarlífár var 90.000 evrur sem samsvarar 11.309.400 kr. miðað við miðgengi Seðlabanka Íslands árið 2008. Af þessum niðurstöðum drógu höfundar þá ályktun að bólusetning gegn pneumókokkum væri mögulega hagkvæm.<sup>15</sup> Í annari rannsókn sem gerð var í Þýskalandi voru niðurstöður svipaðar en þar kom í ljós að kostnaður vegna hvers viðbótarlífsárs sem hægt væri að bjarga með bólusetningunni væru 100.636 evrur.<sup>25</sup> Það samsvarar 12.645.920 kr. ef miðað er við miðgengi Seðlabanka Íslands árið 2008. Með erlendar rannsóknir til viðmiðunar var niðurstaða greiningarinnar sú að bólusetning gegn pneumókokkum virðist vera hagkvæm út frá þeim forsendum sem gefnar voru í upphafi. Þó var nauðsynlegt að gera næmisgreiningu til þess að átta sig á því hvort einhverjar forsendur sem gefnar voru í upphafi hefðu afgerandi áhrif á niðurstöður greiningarinnar.

Ákveðið var að gera næmisgreiningu á sjö forsendum. Niðurstöður má sjá í töflu III. Þar sést að áhrif gengisbreytinga og hópólusetning virðast skipta lang mestu máli. Þegar miðað er við heilðsluverð á bóluefni árið 2008 er kostnaðarvirknihlutfallið á hvert líf 228.878.476 kr. en 474.432.022 kr. árið 2009. Kostnaðarvirknihlutfallið á hvert lífár er 7.253.420 kr. árið 2008 samanborið við 15.035.292 kr. árið 2009. Með öðrum orðum minnkar kostnaðarvirknin og þar með hagkvæmni bólusetningarinnar þegar verð á bóluefni hækkar. Ekki má þó gleyma að gengisbreytingar hafa einnig áhrif á annan kostnað

**Tafla III. Næmisgreining**

Næmisgreining	Umfraam kostnaður	ICER á hvert líf	ICER á hvert lífár
Grunnforsendur	153.119.700 kr.	228.878.476 kr.	7.253.420 kr.
1. Verð á bóluefni miðað við árið 2009	317.395.023 kr.	474.432.022 kr.	15.035.292 kr.
2. Fjórir skammtar af bóluefni í stað þriggja	167.626.332 kr.	250.562.529 kr.	7.940.613 kr.
3. Enginn afsláttur gefinn af bóluefni	195.136.426 kr.	291.683.746 kr.	9.243.791 kr.
4. Hjarðónæmi ekki meðtalið	171.498.134 kr.	256.349.976 kr.	8.124.023 kr.
5. Framleiðslutap foreldra ekki meðtalið	153.900.400 kr.	230.045.441 kr.	7.290.403 kr.
6. Ekki boðið upp á hópólusetningu	7.103.275 kr.	10.617.750 kr.	336.489 kr.
7. Afvöxtunarsuðull 6% í stað 3%	153.426.577 kr.	229.337.185 kr.	7.267.957 kr.

sem til fellur vegna pneumókokkasýkinga. Samkvæmt niðurstöðum næmisgreiningarinnar er hópólusetning sá þáttur sem hefur mest afgerandi áhrif hvað hagkvæmni varðar. Það sést á því að kostnaðarvirknihlutfallið á hvert líf er 228.878.476 kr ef boðið er upp hópólusetningu en 10.617.750 kr ef ekki er boðið upp á hana. Þá er kostnaðarvirknihlutfallið á hvert lífár 7.253.420 kr. ef hópólusetning er meðtalin en 336.489 kr. ef hún er ekki meðtalin. Þessar niðurstöður benda til þess að bólusetningin ætti að verða hagkvæmari þegar hún er komin í rútínu og hætt er að bjóða upp á hópólusetningu.

Mikilvægt er að átta sig á því að niðurstöður greiningarinnar byggjast á þeim forsendum sem gefnar voru í upphafi. Alltaf er einhver hætta á því að kostnaðarliðir eða tíðnitölur séu of hátt eða lágt metnar þar sem nákvæmar upplýsingar voru ekki alltaf fyrir hendi og í sumum tilfellum þurfti að yfirfæra erlendar niðurstöður yfir á Ísland. Hvað varðaði tíðni miðeyrnabólgu og hjarðónæmi var til dæmis stuðst við bandarískar niðurstöður. Ekki voru heldur til upplýsingar um tíðni lungnabólgu af völdum pneumókokka á Íslandi en reynt var að leysa það með því að styðjast við upplýsingar frá Landspítala um tíðni innlagna vegna lungnabólgu. Við mat á líkum á aukaverkunum pneumókokkasýkinga var í sumum tilfellum hægt að styðjast við íslenskar heimildir en einnig þurfti að miða við erlendar niðurstöður. Allar kostnaðartölur vegna meðferðar við sýkingum eru þó íslenskar og ættu því að vera nokkuð nákvæmar.

Þar sem sýkingar af völdum pneumókokka geta haft í för með sér skert lífsgæði bæði á meðan einstaklingurinn er veikur og vegna langtíma afleiðinga sýkinga er mælikvarði á árangur bólusetningarinnar í sumum rannsóknum metinn á hvert lífsgæðavegið lífár (Quality-Adjusted Life Year, QALY). Í þessari greiningu var ákveðið

að leggja áherslu á að meta kostnaðarvirkni á hvert viðbótarlíf og viðbótarlífár til þess að fá upplýsingar um hver kostnaður væri vegna hvers viðbótarlífs og viðbótarlífsárs sem hægt væri að bjarga með bólusetningunni. Áhugavert væri að skoða einnig aðra mælikvarða en líklegt er að hagkvæmni bólusetningar aukist við að taka mið af heilsutengdum lífsgæðum, þar sem óþægindin af veikindunum sem komið er í veg fyrir eru líkleg til þess að vera töluvert meiri en óþægindin af bólusetningunni.

Hagfræðilegar matsaðferðir eins og kostnaðarvirknigreining eru mikilvægar við ákvarðanatöku í heilbrigðiskerfinu þar sem framboð á íhlutunum sem tengjast heilsu og forvörnum er mun meiri en samfélagið hefur efni á. Ljóst er að pneumókokkasýkingar eru algengt vandamál í heiminum sem veldur áhyggjum vegna fjölgunar ónæmra og fjölonæmra stofna. Ein leið til þess að takast á við vandann er að bólusetja börn gegn algengustu hjúppgerðum bakteríunna. Niðurstöður rannsóknarinnar benda til þess að bólusetning gegn pneumókokkum sé hagkvæm að teknu tillit til þeirra forsendna sem gefnar voru í upphafi. Þessar niðurstöður geta verið leiðbeinandi fyrir stjórnvöld við ákvörðun um hvort taka eigi upp bólusetninguna eða ekki. Einnig er hægt að bera saman mismunandi íhlutanir út frá kostnaðarvirkni og þannig forgangsraða íhlutunum í heilbrigðiskerfinu þannig að fjármagn heilbrigðisþjónustunnar nýtist sem best.

### Heimildir

1. Braido F, Bellotti M, De Maria A, Cazzola M, Canonica GW. The role of Pneumococcal vaccine. *Pulm Pharmacol Ther* 2008; 21: 608-15.
2. Whitney C G, Pilishvili T, Farley MM, et al. Effectiveness of seven-valent pneumococcal conjugate vaccine against invasive pneumococcal disease: a matched case-control study. *Lancet* 2006; 368: 1495-502.
3. World Health Organization. Pneumococcal vaccines. *Weekly Epidemiological Record* 1999; 74: 177-84.
4. World Health Organization. Pneumococcal vaccines. *Weekly Epidemiological Record* 2003; 78: 110-8.
5. Mulholland K. Strategies for the control of pneumococcal diseases. *Vaccine* 1999; 17/ Supplement 1: 79-84.
6. Black S, Shinefield H, Fireman B, et al. Efficacy, safety and immunogenicity of heptavalent pneumococcal conjugate vaccine in children. Northern California Kaiser Permanente Vaccine Study Center Group. *Pediatr Infect Dis J* 2000; 19: 187-95.
7. Williams C, Masterton R. Pneumococcal immunisation in the 21st century. *J Infect* 2008; 56: 13-9.
8. Black SB, Shinefield HR, Hansen, J, Elvin L, Laufer D, Malinoski F. Postlicensure evaluation of the effectiveness of seven valent pneumococcal conjugate vaccine. *Pediatr Infect Dis J* 2001; 20: 1105-7.
9. Silfverdal SA, Berg S, Hemlin C, Jokinen I. The cost-burden of paediatric pneumococcal disease in Sweden and the potential cost-effectiveness of prevention using 7-valent pneumococcal vaccine. *Vaccine* 2009; 27: 1601-8.
10. Vestreheim DF, Løvoll Ø, Aaberge IS, et al. Effectiveness of a 2+1 dose schedule pneumococcal conjugate vaccination programme on invasive pneumococcal disease among children in Norway. *Vaccine* 2008; 26: 3277-81.
11. Briem H, Theódórs Á, Sigurðsson K, et al. Skýrsla um bólusetningar og skimanir vegna smitsjúkdóma og krabbameina. Mat á forvörnum með bólusetningum og skimunum gegn smitsjúkdómum og krabbameinum. Landlæknisembættið, Reykjavík 2009.
12. Ásgeirsdóttir TL. Holdafar hagfræðileg greining. Lýðheilsustöð, Reykjavík 2007.
13. Bergman A, Hjelmgren J, Örtqvist, et al. Cost-effectiveness analysis of a universal vaccination programme with the 7-valent pneumococcal conjugate vaccine (PCV-7) in Sweden. *Scand J Infect Dis* 2008; 40: 721-9.
14. Marchetti M, Colombob GL. Cost-effectiveness of universal pneumococcal vaccination for infants in Italy. *Vaccine* 2005; 23: 4565-76.
15. Wisløff T, Abrahamsen TG, Bergsaker MAR, et al. Cost effectiveness of adding 7-valent pneumococcal conjugate (PCV-7) vaccine to the Norwegian childhood vaccination program. *Vaccine* 2006; 24: 5690-9.
16. Ársskýrslalandlæknisembættisins 2008. Landlæknisembættið, Reykjavík 2009.
17. Hansen J, Black S, Shinefield H, et al. Effectiveness of heptavalent pneumococcal conjugate vaccine in children younger than 5 years of age for prevention of pneumonia: Updated analysis using World Health Organization standardized interpretation of chest radiographs. *Pediatr Infect Dis J* 2006; 25: 779-81.
18. Eskola J, Kilpi T, Palmu A, et al. Efficacy of a pneumococcal conjugate vaccine against acute otitis media. *N Engl J Med* 2001; 344: 403-9.
19. Lebel MH, Kellner JD, Ford-Jones EL, et al. A pharmacoeconomic evaluation of 7-valent pneumococcal conjugate vaccine in Canada. *Clin Infect Dis* 2003; 36: 259-68.
20. Ray GT, Whitney CG, Fireman BH, Ciuryla V, Black S. Cost-effectiveness of pneumococcal conjugate vaccine. *Pediatr Infect Dis J* 2006; 25: 494-501.
21. Fjármálaráðuneytið. Launategnd gjöld fyrir árið 2007. [www.fjarmalaraduneyti.is](http://www.fjarmalaraduneyti.is) - Júlí 2009.
22. Kjarasamningur VR og Samtaka atvinnulífsins. [www.vr.is](http://www.vr.is) - Júlí 2009.
23. Heilbrigðisáætlun til ársins 2010. Langtímamarkmið í heilbrigðismálum. Heilbrigðis- og tryggingamálaráðuneytið, Reykjavík 2001.
24. Viðmiðunargengi Seðlabanka Íslands í júlí 2008.: [www.sedlabanki.is](http://www.sedlabanki.is) - Agúst 2009.
25. Lloyd A, Patel N, Scott DA, Rung, C, Claes C, Rose M. Cost-effectiveness of heptavalent conjugate pneumococcal vaccine (Prevenar) in Germany: considering a high-risk population and herd immunity effects. *Eur J Health Econ* 2008; 9: 7-15.

## Cost- Effectiveness Analysis of Pneumococcal Vaccination in Iceland

**Objective:** Pneumococcus is a common cause of disease among children and the elderly. With the emergence of resistant serotypes, antibiotic treatment is getting limited. Many countries have therefore introduced a vaccination program among children against the most common serotypes. The aim of this study was to analyse cost-effectiveness of adding a vaccination program against pneumococcus in Iceland.

**Material and methods:** A cost-effectiveness analysis was carried out from a societal perspective where the cost-effectiveness ratio ICER was estimated from the cost of each additional life and life year saved. The analyse was based on the year 2008 and all cost were calculated accordingly. The rate of 3% was used for net

present-value calculation.

**Results:** Annual societal cost due to pneumococcus in Iceland was estimated to be 718.146.252 ISK if children would be vaccinated but 565.026.552 ISK if they would not be vaccinated. The additional cost due to the vaccination program was therefore 153.119.700 ISK . The vaccination program could save 0,669 lives among children aged 0-4 years old and 21.11 life years. The cost was 228.878.476 ISK for each additional life saved and 7.253.420 ISK for each additional life year saved.

**Conclusion:** Given initial assumptions the results indicate that a vaccination programme against pneumococcal disease in Iceland would be cost effective.

*Bjornsdottir M.*

**Cost- Effectiveness Analysis of Pneumococcal Vaccination in Iceland.** *Icel Med J* 2010; 96: 537-43

**Keywords:** *pneumococcus, vaccination, cost- effectiveness.*

**Correspondence:** Margrét Björnsdóttir, [gretab@live.com](mailto:gretab@live.com)

Barst: 22. febrúar 2010, - samþykkt til birtingar: 20. ágúst 2010  
Hagsmunatengsl: Engin