

Áhrif eðlilegrar fæðingar á súrefnisflutning til fósturs

Ágrip

Pórður Þórkelsson^{1,2}
nýburalæknir

Anton Örn Bjarnason²
læknir

Hildur Harðardóttir^{2,3}
fæðinga- og
kvensjúkdómalæknir

Aðalbjörn Þorsteinsson^{2,4}
svæfinga- og
gjörgæslulæknir

Ásgeir Haraldsson^{1,2}
barnalæknir

Atli Dagbjartsson^{1,2}
nýburalæknir

Tilgangur: Að kanna áhrif eðlilegrar fæðingar á súrefnisflutning til fósturs.

Tilfelli og aðferðir: Rannsókuð voru 50 börn sem fæddust með eðlilegri fæðingu og til viðmiðunar 50 börn sem fæddust með valkeisaraskurði. Mældir voru í naflastrengsblóði (bláæð og slagæð) þættir sem segja til um súrefnisflutning til fóstursins, það er: sýrustig blóðs (pH), hlutþrýstingur súrefnis (pO_2) og koltvísýrings (pCO_2), súrefnismettun blóðrauða (SO_2), súrefnisinnihald blóðs, umframbasi, mjólkursýra, erythropóietín, kjörnuð rauð blóðkorn og blóðrauði.

Niðurstöður: Ekki var marktækur munur á súrefnisinnihaldi bláæðablóðs milli hópanna. Hins vegar var súrefnisinnihald slagæðablóðs marktækt lægra hjá börnunum sem fæddust með valkeisaraskurði en hjá þeim sem fæddust eðlilega ($p<0,001$). Börnin sem fæddust eðlilega voru með marktækt lægra pH ($p<0,001$), minni umframbasa ($p<0,001$), hærri styrk mjólkursýru ($p<0,001$), hærri styrk erythropóietíns ($p=0,01$), fleiri kjörnuð rauð blóðkorn ($p=0,004$) og hærri þéttni blóðrauða ($p=0,002$) í bláæðablóði en börnin sem fæddust

með valkeisaraskurði. pH var marktækt lægra ($p<0,001$) og styrkur mjólkursýru hærri ($p<0,001$) í slagæðablóði en bláæðablóði í báðum hópunum.

Ályktanir: (1) Eðlileg fæðing hefur í för með sér skerðingu á súrefnisflutningi til fósturs sem veldur blóðsýringu og örvun á blóðmyndandi vefi. (2) Lækkun á súrefnisinnihaldi slagæðablóðs fósturs er meiri við valkeisaraskurð en við eðlilega fæðingu. (3) Við mat á blóðsýringu hjá barni eftir fæðingu er pH og styrkur mjólkursýru í slagæðablóði áreiðanlegri en í bláæðablóði.

Inngangur

Við eðlilega fæðingu verður skerðing á flutningi súrefnis til fósturs, þar sem reglulegir samdættir legsins draga úr blóðflæði til fylgju (1). Fóstrið bregst við með aukinni framleiðslu katekolamína, einkum noradrenalíns, sem dregur úr blóðflæði til líffæra með tiltölulega litla súrefnisþörf, en blóðflæði helst óbreytt og eykst jafnvel til heila, hjarta og nýrnahettna, þar sem súrefnisþörfin er mikil (2). Þessar lífeðlisfræðilegu breytingar

ENGLISH SUMMARY

Þórkelsson P, Bjarnason AÖ, Harðardóttir H, Þorsteinsson A, Haraldsson Á, Dagbjartsson A

The effects of normal vaginal delivery on oxygen transport to the fetus

Objective: To evaluate the effects of normal vaginal delivery (NVD) on oxygen transport to the fetus.

Study group and methods: Fifty newborn infants born by NVD and as a control group 50 infants born by elective Cesarean section (ECS) were studied. Factors reflecting oxygen transport to the fetus were measured in venous and arterial cord blood: pH, partial pressure of oxygen (pO_2) and carbon dioxide (pCO_2), oxygen saturation (SO_2), blood oxygen content, base deficit, and lactic acid concentrations, erythropoietin concentrations, number of nucleated red blood cells and haemoglobin concentrations.

Results: There was no significant difference in venous blood oxygen content between the two groups of infants. However, arterial blood oxygen content was significantly lower in the infants born by ECS than in those born by NVD ($p<0,001$). Infants born by NVD had significantly lower pH ($p<0,001$), greater base deficit ($p<0,001$), higher lactic

acid ($p<0,001$) and erythropoietin concentrations ($p=0,01$), more nucleated red blood cells ($p=0,004$), and higher hemoglobin concentrations ($p=0,002$) in venous blood than in the infants born by ECS. pH was lower ($p<0,001$) and lactic acid concentrations were higher ($p<0,001$) in arterial blood than venous blood in both groups of infants.

Conclusions: (1) NVD causes reduction in oxygen transport to the fetus, resulting in acidosis and stimulation of blood forming tissues. (2) ECS is associated with more reduction in umbilical arterial cord blood oxygen content than NVD. (3) When evaluating acidosis in newborns after delivery it is more reliable to measure pH and lactic acid concentrations in arterial rather than venous cord blood.

Keywords: oxygen transport, vaginal delivery, cesarean section, neonates.

Correspondence: Pórður Þórkelsson, thordth@landspitali.is

Lykilorð: súrefnisflutningur, eðlileg fæðing, valkeisaraskurður, nýburar.

¹Barnaspítali Hringins, Landspítala, ²læknadeild HI, ³kvennadeild Landspítala, ⁴svæfinga- og gjörgæsludeild Landspítala.

Fyrirspurnir og bréfaskipti: Pórður Þórkelsson, Barnaspítala Hringins, Landspítala Hringbraut, 101 Reykjavík. Sími: 543-1000, bréfsími: 543-3021.

thordth@landspitali.is

Tafla 1. Samanburður á klínískum þáttum milli hópanna tveggja.

	Eðlileg fæðing	Valkeisaraskurður	p-gildi
Aldur móður (ár)	28,9 ± 5,0	31 ± 4,8	0,03
Meðgöngulengd (vikur/dagar)	39 v. 6 d. ± 9 d.	39 v. 1 d. ± 5 d.	0,008
Kyn (drengir/stúlkur)	24/26	23/27	0,8
Fæðingarþyngd (g)	3782 ± 476	3703 ± 484	0,4
Lengd (cm)	52,0 ± 1,7	50,9 ± 1,7	0,002
Höfuðummál (cm)	35,8 ± 1,2	36,2 ± 1,2	0,12
Apgar 1 mínúta	8 (5-10)	8 (7-10)	0,1
Apgar 5 mínútur	9 (7-10)	9 (8-10)	0,7

minnka líkur á líffæraskemmdum af völdum súrefnisþurrðar, einkum þegar fóstrið verður fyrir fósturköfnun (asphyxia perinatalis) (3).

Þegar skerðing verður á flutningi súrefnis til vefja geta frumur þeirra þurft að grípa til loftfirrðra efnaskipta til myndunar á ATP (adenosine triphosphate). Þá eykst þéttni mjólkursýru í vefjum og blóði sem veldur því að sýrustig blóðs (pH) lækkar (4). Því hefur pH blóðs verið notað sem óbeinn mælikvarði á súrefnisþurrð í vefjum. Þannig hefur mæling á sýrustigi í blóði sem tekið er úr hársverði verið notað til að meta ástand fósturs í fæðingu og sýrustig blóðs sem tekið er úr naflastreng eftir fæðingu notað til að meta alvarleika fósturköfnunar (5).

Langvinn skerðing á súrefnisflutningi til vefja eykur framleiðslu erythrópoietíns í nýrum sem örvar blóðmyndandi vefi til að framleiða rauð blóðkorn sem eykur þéttni blóðrauða í blóði og bætir þannig súrefnisflutningsgetu þess (6, 7). Aukin framleiðsla rauðra blóðkorna og losun þeirra út

í blóðið veldur fjölgun á óproskuðum rauðum blóðkornum í blóði, einkum kjörnuðum rauðum blóðkornum (normoblasts, erythroblasts) (8).

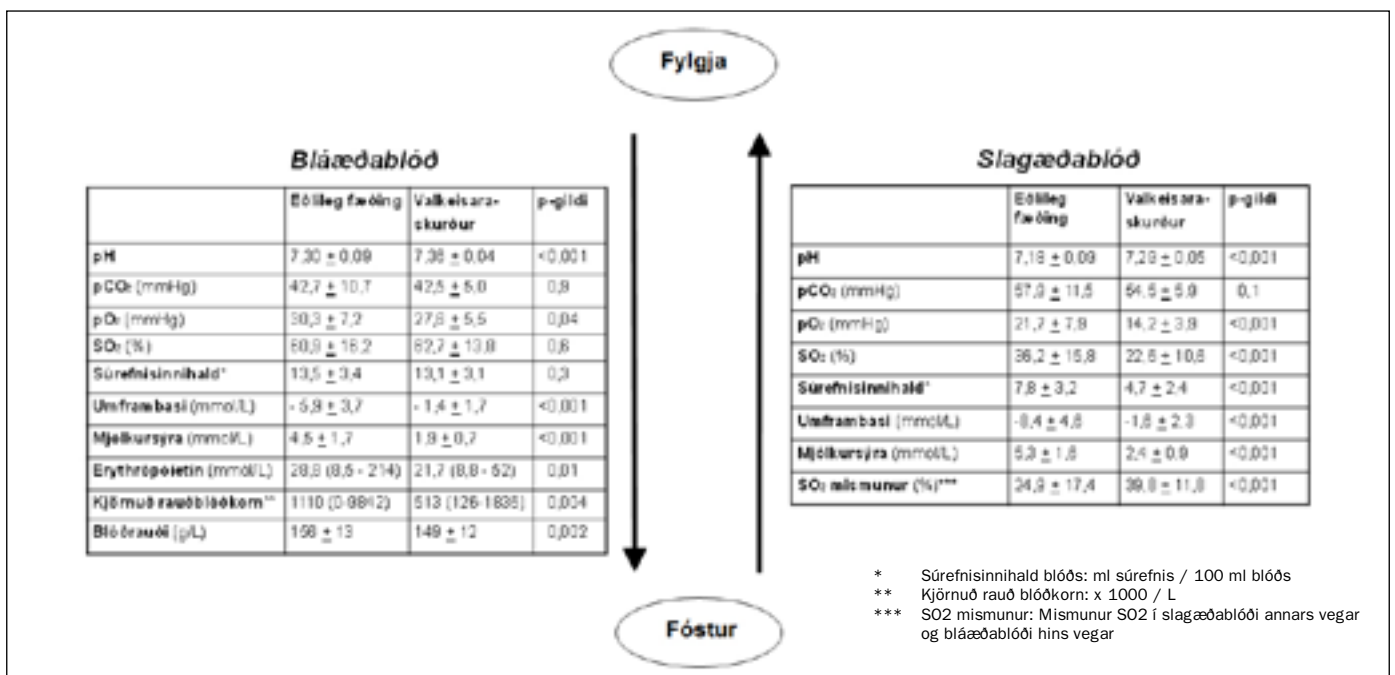
Tilgangur þessarar rannsóknar var að kanna áhrif eðlilegrar fæðingar á súrefnisflutning til fósturs með því að mæla í naflastrengsblóði þá þætti sem segja til um súrefnisflutninginn. Í þeim tilgangi voru annars vegar rannsökuð börn sem fæddust eðlilega og hins vegar til viðmiðunar börn sem fæddust með valkeisaraskurði.

Tilfelli og aðferðir

Rannsóknin var framskyggn samanburðarrannsókn á 50 börnum sem fæddust með eðlilegri fæðingu og 50 börnum sem fæddust með fyrirfram ákveðnum valkeisaraskurði, sem gerður var áður en móðirin fór sjálf í fæðingu. Öll börnin í rannsókninni voru fullburða (meðgöngulengd ≥37 vikur samkvæmt ómskoðun sem gerð var fyrir 20 vikna meðgöngu) og fæddust á kvennadeild Landspítala. Börn mæðra sem reyktu, voru með meðgöngueitrun, háþrýsting eða sykursýki á meðgöngunni voru útilokuð frá rannsókninni. Börn sem voru með Apgar ≤6 við 5 mínútur voru einnig útilokuð frá rannsókninni. Öll börnin voru einburar, heilbrigð að sjá við fæðingu og án þekktra fæðingagalla. Þyngd, lengd og höfuðummál barnanna var mælt innan tveggja klukkustunda frá fæðingu.

Eftir fæðingu voru settar æðatengur á naflastrenginn og 15-20 sm langur bútur af strengum fjarlægður til sýnatöku. Tímalengd milli fæðingar barnsins og þess hvenær búturinn var tekinn var ekki stöðluð í rannsókninni, né eru ákveðnar verk-

Mynd. Sýru-basavægi og þættir sem segja til um súrefnisflutning til fósturs, mældir í naflastrengsblóði barna sem fæddust með eðlilegri fæðingu eða með valkeisaraskurði.



lagsreglur um það á kvennadeild Landspítala. Til þess að tryggja nægilega blóðfyllu í slagæðum naflastrengsins var töng fyrst sett á strenginn næst móðurinni og síðan nær barninu. Síðan var dregið blóð úr bláæð og slagæð til mælinga.

Sýrustig blóðs, blóðgös (pO_2 og pCO_2), súr-efnismettun blóðs (SO_2) og styrkur mjólkursýru í slagæða- og bláæðablóði voru mæld í blóðgasamæli (Radiometer ABL system 25, Kaupmannahöfn, Danmörku) sem staðsettur var á vökudeild Barnspítala Hringisins. Mæling á almennum blóðhag, talning á kjörnuðum rauðum blóðkornum og mæling á þéttni erythrópóietíns var gerð á bláæðablóði á hefðbundinn hátt á rannsóknarstofu Landspítala.

Súrefnisinnihald blóðs var reiknað samkvæmt jöfnunni:

$$(Hb \times 1,36 \times SO_2) + (0,0031 \times pO_2),$$

þar sem Hb = þéttni blóðrauða (hemóglóbín) í g/100 ml blóðs (9).

Tölfræðiútreikningar voru gerðir með forritinu JMP (JMP 5.0.1 (Academic), SAS Institute Inc. Cary, NC). Niðurstöður eru gefnar upp sem meðaltal \pm staðalfrávik meðaltals eða miðgildi (spönn), eftir því sem við á. Samanburður milli hópanna tveggja var gerður með t-prófi þegar samfelldar breytur voru normal-dreifðar, annars með Wilcoxon-prófi. Við samanburð milli hópanna tveggja þegar breytur voru ósamfelldar var notað kí-kvaðrat próf. Parað t-próf var notað þegar mælingar í bláæðablóði voru bornar saman við mælingar í slagæðablóði. Einföld aðhvarfsgreining (simple linear regression) var notuð til að kanna fylgni milli samfelldra breyta. Fjölpáttu athvarfsgreining (multiple regression) var notuð til að leidirétta í tölfræðilegum útreikningum fyrir muninn sem er á meðgöngulengd milli hópanna tveggja. Tölfræðileg marktækni er miðuð við p-gildi $<0,05$.

Tilskilin leyfi fengust fyrir rannsókninni hjá siðanefnd Landspítala, Persónuvernd og lækningaforstjóra Landspítala.

Niðurstöður

Klínískir þættir

Ekki var marktækur munur á kyni barns, fæðingarþyngd, höfuðummáli eða Apgar við 1 eða 5 mínútur (tafla I). Aldur mæðra barnanna sem fæddu með valkeisaraskurði var marktækt hærri en þeirra sem fæddust með eðlilegri fæðingu. Meðgöngulengd barnanna sem fæddust eðlilega var marktækt lengri en þeirra sem fæddust með valkeisaraskurði. Jafnframt voru börnin sem fæddust eðlilega marktækt lengri en þau sem fæddust með valkeisaraskurði (tafla I).

Tafla II. Samanburður á sýru-basavægi og þáttum sem segja til um súrefnisflutning til fósturs í bláæð annars vegar og slagæð hins vegar.

	Bláæðablóð	Slagæðablóð	p-gildi
Eðlileg fæðing			
pH	7,30 + 0,09	7,18 + 0,09	<0,001
pCO ₂ (mmHg)	42,7 + 10,7	57,9 + 11,5	<0,001
pO ₂ (mmHg)	30,3 + 7,2	21,7 + 7,9	<0,001
SO ₂ (%)	60,9 + 16,2	36,2 + 15,8	<0,001
Súrefnisinnihald*	13,5 + 3,4	7,8 + 3,2	<0,001
Umframbasi (mmól/L)	- 5,9 + 3,7	- 8,4 + 4,6	<0,001
Mjólkursýra (mmól/L)	4,5 + 1,7	5,3 + 1,6	<0,001
Valkeisaraskurður			
pH	7,36 + 0,04	7,29 + 0,05	<0,001
pCO ₂ (mmHg)	42,5 + 5,0	54,6 + 5,9	<0,001
pO ₂ (mmHg)	27,6 + 5,5	14,2 + 3,9	<0,001
SO ₂ (%)	62,7 + 13,8	22,6 + 10,6	<0,001
Súrefnisinnihald*	13,1 + 3,1	4,7 + 2,4	<0,001
Umframbasi (mmól/L)	- 1,4 + 1,7	- 1,6 + 2,3	0,6
Mjólkursýra (mmól/L)	1,9 + 0,7	2,4 + 0,9	<0,001

* Súrefnisinnihald: ml súrefnis / 100 ml blóðs

Allar fæðingar með valkeisaraskurði voru gerðar í mænudeyfingu. Skurðarborðinu var hallað til vinstri um 15-20 gráður til þess að minnka þrýsting á neðri holæð (*vena cava inferior*). Allar konurnar sem fæddu með valkeisaraskurði fengu súefni í nös, samkvæmt venju á svæfinga- og gjörgæsludeild Landspítalans. Blóðþrýstingur var mældur á einnar mínútu fresti og leitast var við að halda honum sem næst því sem hann var fyrir mænudeyfinguna. Í þeim tilgangi var öllum konunum gefinn hratt og ríkulega vökvi í æð og allar konurnar nema sex fengu einnig lyfið efedrín til að koma í veg fyrir og meðhöndla yfirvofandi blóðþrýstingsfall. Yfirleitt var lyfið gefið í 5 eða 10 mg skömmtum og miðgildi þess heildarmagns af efedríni sem var gefið var 15 mg (spönn 5-40 mg).

Samanburður á þáttum sem segja til um súrefnisflutning til fósturs og sýru-basavægi milli hópanna tveggja. Ekki var marktækur munur á súrefnismagni í bláæðablóði milli hópanna tveggja (mynd 1). Hins vegar voru börnin sem fæddust með valkeisaraskurði með marktækt minna súrefnismagn í slagæðablóði en börnin sem fæddust með eðlilegri fæðingu (sjá mynd).

Börnin sem fæddust eðlilega voru með marktækt hærri styrk af erythrópóietíni, fleiri kjörnuð rauð blóðkorn og hærri þéttni blóðrauða í blóði en börnin sem fæddust með valkeisaraskurði (sjá mynd). Jákvæð fylgni var milli styrks erythrópóietíns og fjölda kjarnaðra rauðra blóðkorna í blóði barnanna sem fæddust eðlilega ($R=0,7$; $p<0,001$), en ekki hjá börnunum sem fæddust með valkeisaraskurði ($R=0,04$; $p=0,27$). Hins vegar var

ekki marktæk fylgni milli styrks erythrópóietíns og þéttni blóðrauða í blóði barnanna sem fæddust eðlilega ($R=0,05$; $p=0,12$), eða barnanna sem fæddust með valkeisaraskurði ($R=0,02$; $p=0,4$).

Börnin sem fæddust eðlilega voru með marktækt lægra pH, minni umframbasa (base excess) og hærri styrk mjólkursýru í bláæða- og slagæðablóði, en börnin sem fæddust með valkeisaraskurði (mynd 1).

Það var marktæk neikvæð fylgni milli pCO_2 og pH í bláæðablóði og slagæðablóði hjá börnunum sem fæddust eðlilega ($R=0,69$; $p<0,001$ og $R=0,28$; $p<0,001$) og hjá börnunum sem fæddust með valkeisaraskurði ($R=0,69$; $p<0,001$ og $R=0,41$; $p<0,001$). Einnig var marktæk neikvæð fylgni milli styrks mjólkursýru og pH í bláæðablóði og slagæðablóði hjá börnunum sem fæddust eðlilega ($R=0,27$; $p=0,002$ og $R=0,19$; $p=0,01$) og hjá börnunum sem fæddust með valkeisaraskurði ($R=0,63$; $p<0,001$ og $R=0,51$; $p<0,001$).

Það var marktæk jákvæð fylgni milli styrks mjólkursýru í slagæðablóði og styrks erythrópóietíns hjá börnunum sem fæddust eðlilega ($R=0,19$; $p=0,02$), en ekki hjá börnunum sem fæddust með valkeisaraskurði ($R=0,002$; $p<0,99$). Einnig var marktæk jákvæð fylgni milli styrks mjólkursýru í slagæðablóði og fjölda kjarnaðra rauðra blóðkorna hjá börnunum sem fæddust eðlilega ($R=0,24$; $p=0,007$), en ekki hjá börnunum sem fæddust með valkeisaraskurði ($R=0,001$; $p<0,96$).

Samanburður á þáttum sem segja til um súrefnisflutning til fósturs og á sýru-basavægi í slagæðablóði annars vegar og bláæðablóði hins vegar.

pO_2 og SO_2 voru marktækt lægri og súrefnismagn minna í slagæðablóði en í bláæða blóði hjá hópunum tveimur (tafla II).

Sýrustig blóðs var marktækt lægra og styrkur mjólkursýru hærri í slagæðablóði en í bláæðablóði hjá báðum hópunum (tafla II). Umframbasi var marktækt minni í slagæðablóði hjá börnunum sem fæddust eðlilega, en ekki hjá þeim sem fæddust með valkeisaraskurði.

Umræða

Meginmarkmið rannsóknarinnar var að kanna áhrif eðlilegrar fæðingar á súrefnisflutning til fósturs. Í þeim tilgangi var reiknað út súrefnismagn blóðs í naflastrengsbláæð hjá börnum sem fæðst höfðu eðlilega og til viðmiðunar hjá börnum sem fæðst höfðu með valkeisaraskurði. Reyndist súrefnisinnihald bláæðablóðs í hópunum tveimur vera sambærilegt. Hins vegar var þéttni mjólkursýru hærri í blóði barnanna sem fæddust

eðlilega sem bendir til að skerðing hafi orðið á súrefnisflutningi til þeirra í fæðingunni.

Styrkur erythrópóietíns og fjöldi kjarnaðra rauðra blóðkorna var marktækt hærri hjá börnunum sem fæddust eðlilega. Jafnframt var marktæk jákvæð fylgni milli styrks mjólkursýru í slagæðablóði annars vegar og þéttni erythrópóietíns og fjölda kjarnaðra rauðra blóðkorna hins vegar hjá börnunum sem fæddust eðlilega, en ekki hjá börnunum sem fæddust með valkeisaraskurði. Þessar niðurstöður styðja enn frekar að skerðing verði á súrefnisflutningi til fósturs í eðlilegri fæðingu. Ástæðan er líklegast sú að reglulegir samdrættir legsins sem eiga sér stað í eðlilegri fæðingu valda tímabundinni skerðingu á loftskiptum í fylgju (1). Hins vegar virðast loftskipti í fylgju hafa verið nánast eðlileg á þeirri stundu sem barnið fæddist og blóðsýni voru tekin, þar sem pO_2 bláæðablóðs í báðum hópunum var svipað og pO_2 er í bláæðablóði í naflastreng fósturs undir lok eðlilegrar meðgöngu áður en fæðing hefst, sem er um það bil 28 mmHg (10).

Aðrar sambærilegar rannsóknir styðja niðurstöður þessarar rannsóknar að skerðing verði á súrefnisflutningi til fósturs í eðlilegri fæðingu. Hafa þær sýnt fram á lægra pH, hærri styrk mjólkursýru og fleiri kjörnuð blóðkorn í blóði barna sem fæðast með eðlilegri fæðingu en þeirra sem fæðast með valkeisaraskurði (5, 11, 12). Hins vegar hafa ekki allar rannsóknir sýnt fram á að eðlileg fæðing hafi í för með sér aukinn styrk erythrópóietíns í blóði barnanna (13, 14). Eftir því sem við best vitum hefur sambærileg rannsókn ekki verið gerð þar sem allir þeir þættir sem mældir voru í þessari rannsókn eru mældir í einni og sömu rannsókninni.

Hlutþrýstingur súrefnis í bláæðablóði var heldur lægri hjá börnunum sem fæddust með valkeisaraskurði, en hins vegar voru SO_2 og súrefnismagn í bláæðablóði sambærileg hjá báðum hópunum. Ástæðan er líklegast sú að pH í bláæðablóði hjá börnunum sem fæddust með valkeisaraskurði var herra en þeirra sem fæddust með eðlilegri fæðingu, en þekkt er að hækkun pH veldur hliðrun á súrefnis-blóðrauða frátengikúrfunni (oxygen-hemoglobin dissociation curve) til vinstri, sem veldur aukinni bindingu súrefnis við blóðrauða (1).

Meginástæða þess að börn sem fæddust með valkeisaraskurði voru valin sem viðmiðunarhópur er sú að fæðing var ekki hafin hjá mæðrum þeirra og gengum við út frá því að blóðflæði um fylgju hjá þeim hafi verið eðlilegt. Þess ber þó að geta að blóðþýstingsfall hjá móður, til dæmis vegna mænudeyfingar eða blæðingar í aðgerðinni, getur minnkað blóðflæði til fylgju og valdið

truflun á loftskiptum. Hins vegar var þess gætt eftir fremsta megni að halda blóðþrýstingi mæðranna innan eðlilegra marka og engin þeirra fékk umtalsverða blæðingu í aðgerðinni. Einnig var hlutþrýstingur súrefnis bláæðablóði í naflastreng barnanna svipaður og hjá fósturi undir lok eðlilegrar meðgöngu áður en fæðing hefst (28 mm Hg) (10), auk þess sem mjólkursýra í blóði þeirra var ekki hækkuð, sem hvort tveggja bendir til að loftskipti í fylgju hafi verið eðlileg undir lok fæðingar. Í ljósi þessa ályktum við að réttlætlanlegt hafi verið að nota valkeisarabörninn sem viðmiðunarhóp í rannsókninni.

Það kom nokkuð á óvart að þó svo að súrefnisinnihald bláæðablóðs barnanna í báðum hópunum hafi verið sambærilegt var súrefnisinnihald slagæðablóðs í naflastreng barnanna sem fæddust með valkeisaraskurði umtalsvert minna en þeirra sem fæddust með eðlilegri fæðingu. Ekki liggur ljóst fyrir hvað veldur þessum mun, en tvær líf-eðlisfræðilegar skýringar koma til greina sem rétt er að minnast á. Sú fyrri er að hjartaútfall barnanna sem fæddust með valkeisaraskurði hafi verið minna en þeirra sem fæddust með eðlilegri fæðingu og súrefnisupptaka í vefjum þeirra því hlutfallslega meiri. Dýratilraunir sýna að þó svo að mikil aukning verði á framleiðslu katekolamína í eðlilegri fæðingu verður ekki breyting á hjartaútfalli hjá fósturinu (15), en hins vegar hafa engar rannsóknir verið gerðar til að kanna áhrif mænudeyfingar á hjartaútfall fósturs. Því miður var hjartaútfall fósturanna ekki mælt í þessari rannsókn og í ljósi þessara niðurstaðna væri áhugavert að kanna hvort mænudeyfing hafi áhrif á hjartaútfall fósturs með frekari rannsóknum. Hin hugsanlega skýringin er að súrefnisþörf barnanna sem fæddust með valkeisaraskurði hafi verið meiri en þeirra sem fæddust með eðlilegri fæðingu og súrefnisupptaka í vefjum þeirra því meiri. Flestum konunum sem fæddu með valkeisaraskurði var gefið lyfið efedrín í þeim tilgangi að viðhalda eðlilegum blóðþrýstingi, en lyfið er þekkt fyrir að auka hjartsláttartíðni fósturs (16) og er talið geta aukið súrefnisþörf þess (17), en þetta þyrfti einnig að kanna betur með frekari rannsóknum.

Börninn sem fæddust eðlilega reyndust vera með marktækt hærri þéttni blóðrauða en þau sem fæddust með valkeisaraskurði. Aðrar rannsóknir hafa sýnt fram á hið sama (18, 19). Ástæða þessa er einkum talin vera sú að samdráttur legs og hækkaður blóðþrýstingur sem verður hjá fósturinu í eðlilegri fæðingu veldur því að hluti af blóðvökv-
anum (serum) þrýstist út úr háræðunum, þannig að blóðrúmmál minnkar og þéttni blóðrauða hækkar (20). Þéttni blóðrauða getur haldið áfram að hækka næstu klukkustundirnar eftir fæð-

inguna, einkum ef töl verður á að lokað sé fyrir æðar í naflastreng (20).

Blóðsýring barnanna sem fæddust með eðlilegri fæðingu var marktækt meiri en þeirra sem fæddust með valkeisaraskurði, sem skýrist fyrst og fremst af hærri styrk mjólkursýru í blóði barnanna sem fæddust eðlilega, þar sem ekki var munur á $p\text{CO}_2$ milli hópanna tveggja. Hins vegar var fylgnin milli $p\text{CO}_2$ og pH heldur meiri en fylgnin milli styrks mjólkursýru og pH í báðum hópunum sem bendir til þess að áhrif $p\text{CO}_2$ til lækkunar á pH sé ekki minna en styrkur mjólkursýru í blóði barnanna.

Meðgöngulengd barnanna sem fæddust eðlilega var marktækt lengri en barnanna í viðmiðunarhópnum. Ástæða þess er fyrst og fremst sú að valkeisaraskurður er yfirleitt gerður áður en fullri 40 vikna meðgöngu er náð. Þekkt er að pH lækkar og styrkur mjólkursýru hækkar með vaxandi meðgöngulengd (21, 22). Því var í þessari rannsókn leiðrétt fyrir þeim mun sem er á meðgöngulengd milli hópanna í tölfræðiútreikningi með fjölþáttgreiningu. Einnig er vert að hafa í huga að tíminn sem líður á milli þess að barnið fæðist og að klemma er sett á naflastrenginn hefur áhrif á sýrustig og blóðgös í naflastrengsblóði (23). Þó svo að ekki hafi verið staðlað hvenær það var gert í þessari rannsókn eru áhrif þessi ekki það mikil að ætla megi að það hafi haft marktæk áhrif á niðurstöður rannsóknarinnar.

Við mat á alvarleika fósturköfnunar hefur löngum verið stuðst við mælingar á pH, umframbasa og styrk mjólkursýru í naflastrengsblóði (5). Marktækur munur var á þessum þáttum í slagæðablóði annars vegar og bláæðablóði hins vegar í báðum hópunum. Við það að fara í gegnum fylgjuna hækkar pH blóðsins, umframbasi eykst og styrkur mjólkursýru í blóði lækkar. Undirstrika niðurstöður rannsóknarinnar mikilvægi þess að meta merki um súrefnisþurrð í slagæðablóði frekar en bláæðablóði, þar sem slagæðablóð endurspeglar betur ástand fóstursins.

Rannsókn okkar bendir ákveðið til þess að í eðlilegri fæðingu verði skerðing á flutningi súrefnis til fósturs, sem veldur blóðsýringu og örvar blóðmyndandi vefi til aukinnar framleiðslu á rauðum blóðkornum. Jafnframt eykst þéttni blóðrauða í blóði. Rannsóknin veitir því innsýn í líf-eðlisfræði súrefnisflutnings til fósturs við eðlilega fæðingu. Jafnframt kom í ljós að valkeisaraskurður virðist hafa í för með sér umtalsverða lækkun á súrefnismagni í naflaslagæðablóði og er ástæða til að rannsaka orsakir þess enn frekar.

