

Björn Frenckner, professor, enheten för barnkirurgi (*bjorn.frenckner@ks.se*)

Gunilla Frisén, ECMO-sjuksköterska, ECMO Centrum KS

Palle Palmér, verksamhetschef, överläkare, ECMO Centrum KS

Viveka Lindén, docent, överläkare, ECMO Centrum KS; samtliga Astrid Lindgrens barnsjukhus, Karolinska Universitetssjukhuset Solna

Svenska erfarenheter av ECMO – behandling med konstgjord lunga

■ Hjärt-lungmaskinen användes i kliniskt bruk första gången 1954 [1]. Den består i princip av en pump och en konstgjord lunga, oxygenator. Det desaturerade blodet pumpas genom oxygenatorn, där gasutbytet sker, tillbaka till patienten. Den första generationens oxygenatorer byggde på direktkontakt mellan blod och gas, vilket traumatiserade blodet [2] och omöjliggjorde längre tids perfusion. På 1960-talet utvecklades membranoxxygenatorer [3, 4] där blod och gas åtskiljs av ett tunt membran. Gasutbytet sker därvid genom passiv diffusion av oxygen och koldioxid över membranet på grund av olika partialtryck. Traumatiseringen av blodet blev väsentligt mindre, och långtidspfusion möjliggjordes därmed. Den första rapporten om framgångsrik långtidspfusion i hjärt-lungmaskin av en lungsjuk vuxen patient kom 1972 [5] och följdes snart av flera [6-8]. Den första lyckade behandlingen av ett spädbarn skedde 1975 [9].

Extremt invasiv metod

Extracorporealt understöd vid behandling av akut lungsvikt har kommit att benämnas extracorporeal membranoxxygenation (ECMO, extracorporeal membrane oxygenation), ECCO₂R (extracorporeal CO₂ removal) eller ECLA (extracorporeal lung assist). Begreppen är i stort sett synonyma även om ECCO₂R mer fokuserar kring utvädring av koldioxid än kring oxxygenation.

Den basala tanken med ECMO-behandling vid livshotande akut lungsvikt är att ombesörja patientens gasutbyte genom en konstgjord lunga. Den iatrogena lungskada som fortsatt respiratorbehandling med exempelvis höga tryck och hög oxygenkoncentration medför kan därvid förhindras, och lungan ges optimala läkningsbetingelser. ECMO botar inte lungfunktionsstörningen utan hjälper till att ombesörja patientens gasutbyte medan lungfunktionen återvänder. Därför kan endast tillstånd som bedöms kunna vara reversibla bli aktuella. Metoden används i huvudsak vid bristande oxxygenation men i enstaka fall även vid svår koldioxidretention. ECMO är en extremt invasiv metod och skall användas först när konventionell terapi sviktar.

ECMO-verksamheten vid barnklinikerna S:t Görans sjukhus och sedermera Astrid Lindgrens barnsjukhus vid Karo-

Sammanfattat



ECMO (extracorporeal membranoxxygenation) innebär långtidsbehandling i en modifierad hjärt-lungmaskin och används vid livshotande, akut reversibel lungsvikt för att ombesörja patientens gasutbyte genom en konstgjord lunga.

Från 1987 till och med mars 2003 har 200 patienter behandlats, varav 104 nyfödda, 50 äldre barn och 46 vuxna.

Mekoniumaspirationssyndrom och kongenitalt diafragmabråck var de vanligaste diagnoserna bland nyfödda, medan pneumonier dominerade bland äldre barn och vuxna.

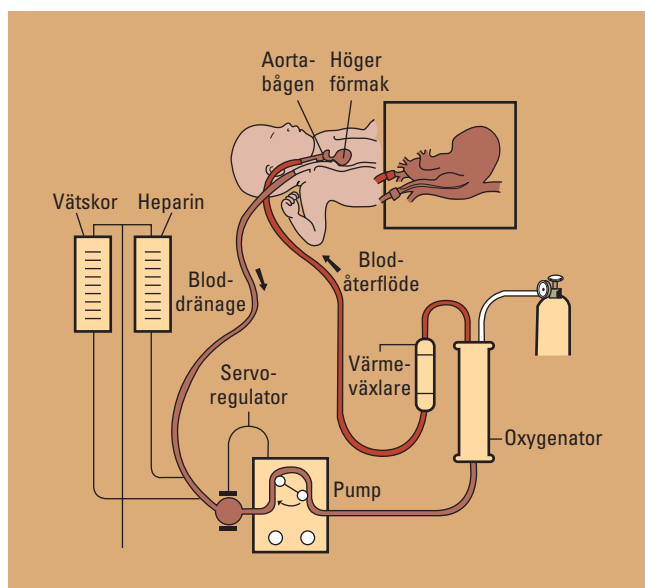
ECMO användes när chansen till överlevnad med konventionell behandling bedömdes som minimal.

Totalt överlevde 140 patienter (70 procent) fram till utskrivning. Överlevnaden var högre bland nyfödda (80 procent) än bland äldre barn (54 procent) och vuxna (65 procent).

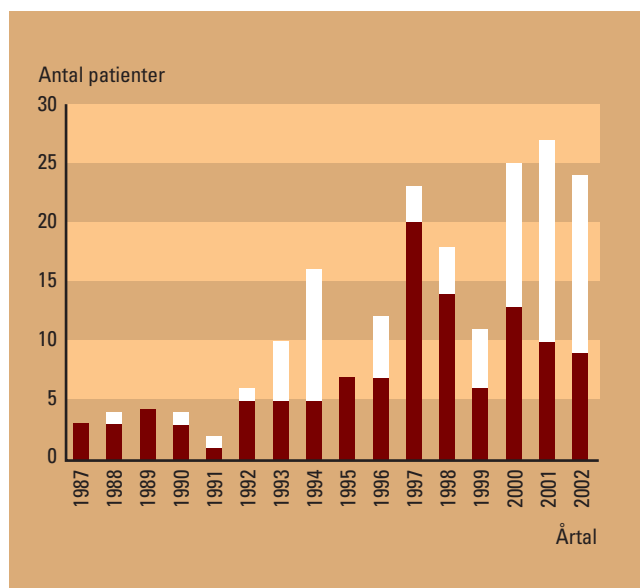
ECMO bedöms vara livräddande i utvalda fall av extremt allvarlig akut reversibel lungsvikt.

liniska Universitetssjukhuset startade 1987 [10] med nyfödda barn och kom påföljande år att omfatta äldre barn. År 1995 inkluderades vuxna patienter, och 1996 påbörjades den transportverksamhet som medför att man kan inleda ECMO-behandling på remitterande sjukhus och transportera patienten under pågående ECMO-behandling.

Syftet med detta arbete är att sammanställa och redovisa



Figur 1. Schematisk skiss över ECMO-systemet.



Figur 2. Antal ECMO-behandlingar per år uppdelat i totalt, veno-arteriellt (fyllda staplar) och veno-venöst (ofyllda staplar). Patienter som vid något tillfälle under behandlingen haft veno-arteriell ECMO har här hänförs till denna grupp. År 2003 har utelämnats.

erfarenheterna från de 200 första patienter som vi behandlat med ECMO.

II Metod

Den generella indikationen för ECMO-behandling vid lungsvikt var akut reversibel lungfunktionsstörning, där fortsatt konventionell behandling innebar mycket hög mortalitetsrisk.

Inklusionskriterier

Uteblivet behandlingssvar på konventionell respiratorbehandling, bukläge, kvävemonoxid (NO) eller högfrekvensoscillerande ventilation (HFOV) utgjorde behandlingsindikationer. För spädbarn användes oxygeneringsindex (OI) (Fakta 1) som hjälp vid bedömningen. OI överstigande 40 i 5–6 timmar definierar en mycket hög mortalitetsrisk och anses vara indikation för ECMO, liksom $\text{PaO}_2 < 5$ kPa eller pH $< 7,25$ i mer än två timmar trots optimal konventionell intensivvård [11]. Kontraindikationer var prematuritet med graviditetslängd < 34 veckor, betydande intrakraniell blödning, allvarlig hjärnskada eller andra betydande missbildningar.

För äldre barn och vuxna utgjorde förhållandet $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ (P/F-ratio) ett riktvärde (Fakta 1). Värden understigande 8 kPa i över två timmar i kombination med diffusa infiltrat i alla fyra kvadranter på lungröntgen tillsammans med klinisk bedömning utgjorde kriterier för att inleda ECMO-behandling. Kontraindikationer var allvarlig underliggande sjukdom, avancerad multipel organsvikt samt hög ålder [12].

ECMO-behandling

Desaturerat blod dränerades från en central ven i patienten med gravitationskraft till en rollerpump, belägen strax ovan golvet, som pumpade blodet genom en oxygenator och en värmeväxlare tillbaka till patienten (Figur 1). Blodet infunderades åter till patienten – antingen i en central artär (veno-arteriell ECMO) eller till en central ven (veno-venös ECMO).

Vid veno-arteriell ECMO dränerades blodet uteslutande från en kanyl i höger v. jugularis interna med spetsen i höger förmak och infunderades i aortaroten via en kanyl i höger a. carotis communis. Vid veno-venös ECMO användes antingen

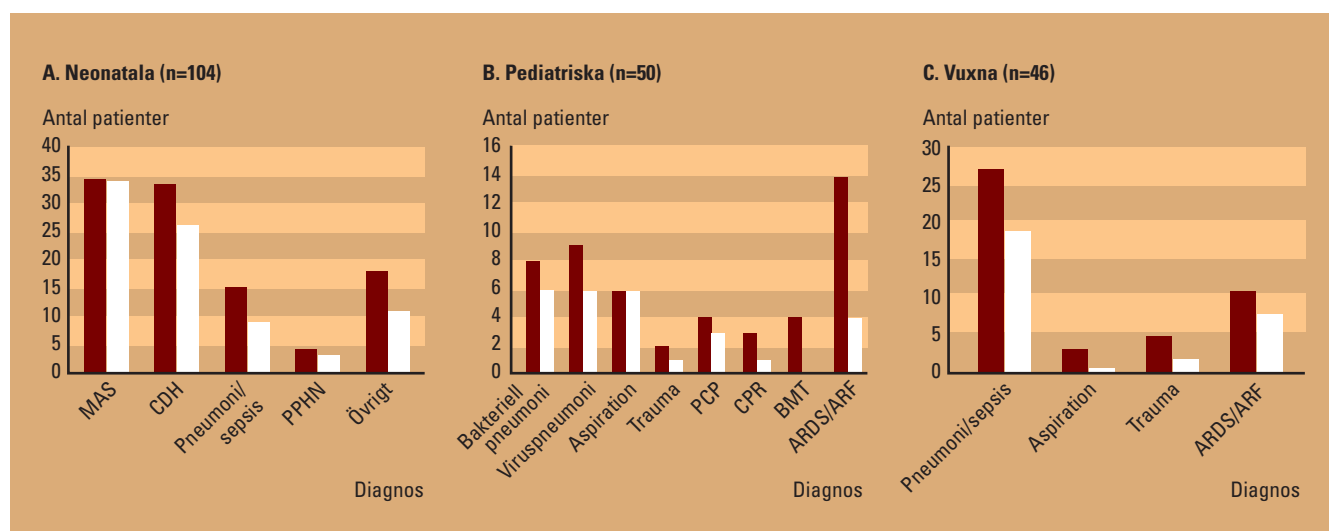
ett system med två kanyler, där blodet dränerades från höger v. jugularis interna och infunderades i v. femoralis (eller i enstaka fall i omvänd riktning, dvs från v. femoralis till v. jugularis), eller ett enkelkanylsystem – endast tillgängligt för spädbarn – där blodet såväl dränerades ifrån som infunderades tillbaka till höger förmak via en dubbellumenkanyl i höger v. jugularis interna. I början av perioden användes uteslutande veno-arteriell ECMO.

Användningen av veno-venös ECMO har successivt ökat, och de senaste åren har veno-arteriell ECMO utförts endast vid tecken på cirkulationssvikt (Figur 2). I allmänhet har

II Fakta 1

Några förkortningar

OI	Oxygeneringsindex (oxygenation index) = $\text{FiO}_2 \times \text{MAP} \times 100 / (\text{PaO}_2 \times 7,5)$
P/F-ratio	$\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$
ACT	Activated clotting time
ARDS	Acute respiratory distress syndrome
ECCO ₂ R	Extracorporeal CO ₂ removal
ECLA	Extracorporeal lung assist
ECMO	Extracorporeal membranoxxygenation (extracorporeal membrane oxygenation)
ELSO	Extracorporeal Life Support Organization
FiO_2	Fraktion av oxygen i inandningsgas
HFOV	Högfrekvensoscillerande ventilation (high frequency oscillatory ventilation)
MAP	Medeltrycket i luftvägarna (mean airway pressure)
NO	Kvävemonoxid
PaO_2	Partialtrycket för oxygen i artärblod uttryckt i kPa
PIP	Respiratorns insufflationstryck (peak inspiratory pressure)



Figur 3. Diagnoser och överlevnad hos neonatala (A), pediatrika (B) och vuxna (C) patienter. Fyllda staplar = antal patienter, ofyllda staplar = antal överlevande. MAS = mekoniumaspirationssyndrom. CDH = kongenitalt diafragmabräck (congenital diaphragmatic hernia). PPHN = persisterande pulmonell hypertension hos nyfödda (persistent pulmonary hypertension of the newborn). PCP = *Pneumocystis carinii*-pneumoni. CPR = hjärt-lung-räddning (cardio-pulmonary resuscitation). BMT = benmärgstransplantation. ARDS = acute respiratory distress syndrome. ARF = acute respiratory failure.

membranoxygenatorer från Avecor använts. Storleken på de olika komponenterna avgjordes av önskat extrakorporealt flöde, vilket i sin tur avgjordes av patientens vikt och ålder och finns angivna i Tabell I [13].

Under ECMO-behandlingen erhöll patienterna kontinuerlig heparininfusion för att minska koagulationsförmågan. Effekten monitorerades genom att ACT (activated clotting time) mättes varje timme. Under ECMO-behandlingen bör ACT ligga på 180–200 sekunder (normalvärde <120 sekunder), vilket innebär att en viss koagulationsförmåga behålls.

Så fort en stabil extrakorporeal cirkulation etablerats minskades respiratorstödet. Oxygenhalten i inandningsluften minskades till 30–40 procent. Tryckunderstödd spontanandning med låga inspiratoriska tryck har eftersträfvats. Sederingen minskades successivt under behandlingen, så att patienterna oavsett ålder mestadels varit vakna och endast lätt sederade nattetid.

De flesta icke-nyfödda patienter nutrierades med total par-enteral nutrition när ECMO-behandlingen inleddes. Enteral föda gavs via ventrikelsond så snart som möjligheter gavs. Vid övervåtskning eller sviktande njurfunktion användes hemofiltration eller hemodialys på liberala indikationer och kopplades till ECMO-systemet. Patienterna övervakades kontinuerligt under ECMO-behandlingen av en ECMO-ut-

bildad sjuksköterska. Vidare har en ECMO-utbildad läkare funnits till hands på sjukhuset som jour.

Transporter under pågående ECMO-behandling

Vid transporter avreste teamet, bestående av en intensivvårdsläkare, en intensivvårdssjuksköterska och en kirurg, tillsammans med nödvändig utrustning (ECMO-maskin, engångsartiklar, övervakningsutrustning, operationsutrustning etc) till remitterande sjukhus. Avresan kunde i allmänhet ske inom två timmar efter beslut. På det lokala sjukhuset fattades det slutgiltiga beslutet att inleda ECMO-behandling, varefter patienten kanylerades. När patientens cirkulation stabiliserats genom ECMO-behandling förbereddes transporten, som skedde med intensivvårdsambulans, helikopter (Sikorsky S-76), jetplan (Citation 3) eller med intensivvårdsambulansen lastad i ett militärt transportflygplan (Herkules). Valet av transportfordon avgjordes av avstånd, väderförhållanden samt tillgång till önskat fordon [14].

II Material

Från mars 1987 fram till mars 2003 har sammanlagt 200 patienter behandlats med ECMO. Av dessa var 104 neonatala (<1 månad), 50 äldre barn och ungdomar (1 månad–18 år) och 46 vuxna. Det årliga antalet patienter var i början av perioden 3–4 men ökade mot slutet till 25–30 (Figur 3).

Bland de neonatala patienterna var mekoniumaspirationsyndrom eller kongenitalt diafragmabräck de vanligaste diagnoserna (Figur 3 A). Samtliga neonatala patienter behandlades för tillstånd som var medfödda eller förvärvade i anslutning till födelsen. Bland äldre barn dominerade pneumonier och aspiration (Figur 3 B).

De vuxna var i åldern 19–61 år med en medelålder på 39 år. Även bland vuxna dominerade gruppen pneumoni/sepsis med 27 av 46 patienter (Figur 3 C). Pneumokocker var vanligaste agens (n=10). 4 av pneumonierna orsakades av *Legionella pneumophila*, och i 7 fall framodlades inget agens. Hos resterande 6 förekom *E coli*, *Mycoplasma pneumoniae*, *Candida albicans*, *Haemophilus influenzae* och streptokocker

Tabell I. Antal patienter som före ECMO behandlats i bukläge med kväve-monoxid (NO) och högfrekvensoscillerande ventilation (HFOV). Vidare anges respiratorns insufflationstryck (PIP), oxygeneringsindex (OI) samt P/F-ratio ($\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$) när beslut fattades om inledning av ECMO-behandling. Samtliga patienter ventilerades med 100 procent oxygen.

Åldersgrupp	Bukläge	NO	HFOV	PIP, cm H ₂ O	OI	P/F-ratio
Neonatala	1/104	55/104	45/104	34 (15–60)	73 (14–278)	
Pediatrika	5/50	7/50	12/50	36 (18–57)		60 (22–180)
Vuxna	23/46	12/46	3/46	39 (25–65)		53 (25–120)

Tabell II. Tid för ECMO-behandling i dagar för samtliga patienter samt för överlevande (medelvärde och variationsvidd).

Åldersgrupp	ECMO-behandling, dagar	
	Samtliga	Överlevande
Neonatala	7,0 (0,9–39)	5,8 (0,9–25)
Pediatrika	13 (0,3–57)	12 (0,7–47)
Vuxna	14 (0,04–57)	12 (2,2–52)

grupp A. Samtliga patienter ventilerades med 100 procent oxygen när beslutet om ECMO-behandling fattades. Inspiratoriska tryck i respiratorn visas i Tabell I. Där anges även OI för de neonatala barnen samt P/F-ratio för övriga patienter.

Av de 200 patienterna har 42 (18 neonatala, 7 pediatrika och 17 vuxna) kanylerats på remitterande sjukhus och transporterats under ECMO-behandling. Av dem har 7 transporterats från andra nordiska länder. 12 transporter skedde med ambulans, 22 med helikopter, 1 med jetplan och 7 med Herkulesflyg. Transportsträckan var i medeltal 490 km (4–2 130 km).

II Resultat

Av de 200 patienterna överlevde 140 ECMO-behandlingen (70 procent) fram till utskrivning till hemmet eller transport till annat sjukhus. Överlevnaden var högre (80 procent, 83/104) bland neonatala än bland pediatrika (54 procent, 27/50) och vuxna patienter (65 procent, 30/46).

Överlevnaden fördelad på diagnoser i de olika åldersgrupperna framgår av Figur 3. Bland de neonatala var överlevnaden högst för dem med mekoniumaspirationssyndrom (34/34). Bland de äldre barnen och vuxna var överlevnaden i pneumoni högre än genomsnittet för gruppen. I gruppen bakteriell pneumoni bland vuxna ingick 4 patienter med legionellapneumoni, varav 3 överlevde. Vidare kan konstateras att 3 av 4 patienter med immunsuppression och *Pneumocystis carinii*-pneumoni överlevde, medan samtliga 4 patienter som behandlats på grund av viruspneumoni efter benmargstransplantation avled. Ytterligare 9 patienter med immunsuppression har behandlats, varav 4 överlevde. Alla 3 patienter med Wegeners granulomatos (2 vuxna och 1 barn) överlevde.

Tiden för ECMO-behandling var kortare för neonatala patienter (7 dygn, 1–39 dygn) än för pediatrika (13 dygn, 0–51 dygn) och vuxna patienter (14 dygn, 0–57 dygn). I alla ålderskategorier hade de överlevande patienterna kortare behandlingstider än de som avled (Tabell II).

Under ECMO-behandlingen utfördes 46 kirurgiska ingrepp. Av dessa utgjordes 11 av trakeotomi (ålder 30, 11–60 år). 15 nyfödda (12 överlevande) med kongenitalt diafragmabräck opererades för bräcket under pågående ECMO-behandling. Torakotomi utfördes på 10 patienter (8 på grund av blödning, 1 på grund av persisterande ductus arteriosus och 1 på grund av trakealstenos) med 6 överlevande. Sternotomi för att evakuera ett intraperikardiellt hematoma utfördes med lyckat resultat på 1 patient. Kraniotomi beroende på intrakraniell blödning utfördes på 2 patienter, som båda avled. Ventrikeldränage lades in på 1 annan patient med intrakraniell blödning som överlevde.

Samtliga transporter genomfördes utan att några patientkomplikationer inträffade. Däremot uppstod mekaniska komplikationer i form av störd elförsörjning i 6 fall, men de åtgärdades och påverkade aldrig patienterna.

II Diskussion

Konventionell behandling av akut svår lungsvikt innebär bl a mekanisk ventilation av olika typ med tillförsel av 100 procent oxygen. Baro- och volutrauma med höga luftvägstryck,

Tabell III. Antal patienter, P/F-ratio ($\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$) och överlevnad i olika material med vuxna patienter behandlade med ECMO på grund av respiratorisk svikt.

	Antal patienter	P/F-ratio, mm Hg	Överlevnad, procent
Peek et al, 1998 [47]	100	66	63
Kolla et al, 1997 [48]	100	56	54
Wagner et al, 1990 [49]	76	–	50
Mols et al, 2000 [50]	62	64	55
Lewandowski et al, 1997 [24]	49	67	55
Gattinoni et al, 1986 [51]	43	≈ 67	49
Brunet et al, 1993 [52]	23	84	52
Manert et al, 1996 [53]	21	54	81
Morris et al, 1994 [54]	21	63	33

stora tidalvolym och hög oxygenhalt är emellertid skadligt för lungorna [15–17] och kan åstadkomma ytterligare försämring (ventilatorassocierad lungskada) [18].

En randomiserad multicenterstudie har nyligen visat positiva effekter av ventilation med lägre tryck och lägre tidalvolym än konventionellt vid behandling av vuxna patienter med ARDS [19]. Genom att behandla patienten i ECMO kan patientens gasutbyte ske i det extrakorporeala systemet och utan att någon lungfunktion behövs. Ventilationen kan därför minskas och ytterligare iatrogen skada undvikas. ECMO botar inte lungsjukdomen utan bidrar endast till att understödja patienten medan lungfunktionsstörningen går i regress.

Ökad överlevnad bland nyfödda

Flera kontrollerade, randomiserade studier har visat att ECMO ökar överlevnaden bland nyfödda barn [20–22]. Överlevnaden vid medfött diafragmabräck ökar också med ECMO-behandling [23]. För vuxna har ingen randomiserad undersökning hittills påvisat ökad överlevnad med ECMO. Ett flertal icke-kontrollerade studier har visat betydligt högre överlevnad vid ECMO-behandling av vuxna med svår ARDS när man följt ett standardiserat behandlingsprotokoll [24] (Tabell III). Överlevnadssiffrorna kan jämföras med resultatet från en multicenterstudie, där överlevnaden vid konventionell respiratorbehandling av grav ARDS med $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ -förhållande under 100 var 19 procent [25]. För närvarande pågår i England en randomiserad, kontrollerad studie av ECMO vid ARDS (www.cesar-trial.org/index.htm). För pediatrika patienter finns ett flertal sammanställningar från olika ECMO-centra med överlevnadssiffror mellan 53 och 77 procent [26, 27].

Jämförelse med ELSO-registret

Extracorporeal Life Support Organization (ELSO) är en sammanslutning av omkring 100 ECMO-centra i världen. Majoriteten är nordamerikanska. Resultat och övriga data från samtliga behandlingar rapporteras till en gemensam databas – ELSO registry. Registret innehåller för närvarande (juli 2003) [28] data från över 22 000 patienter som behandlats i ECMO på grund av lungfunktionsstörningar. Överlevnaden bland neonatala var väsentligen densamma i vårt material (80 procent) som i ELSO-registret (77 procent).

Bryter man ned resultaten på olika diagnoser kan man konstatera att överlevnaden för neonatala patienter var högst vid mekoniumaspirationssyndrom med 100 procent i vårt material och 94 procent i ELSO-registret. Vid medfött diafragmabräck var överlevnaden i vårt material 79 procent och i ELSO endast 53 procent. Andelen patienter med medfött diafragmabräck i vårt material var större (32 procent) än i ELSO-materialet (23 procent), och att den totala överlevnaden var

ANNONS

ANNONS

ANNONS

ANNONS

densamma förklaras till stor del av våra goda resultat vid medfött diafragmabräck [29].

Överlevnaden hos patienter i åldern 1 månad–18 år var densamma i vårt material (54 procent) som i ELSO-databasen (54 procent). Däremot var överlevnaden bland vuxna patienter högre i vårt material (65 procent) än i ELSO-databasen (50 procent). I ELSO-registret framgår inte P/F-ratio som ett mått på lungskadan innan ECMO inleddes, och det är svårt att bedöma hur allvarligt sjuka patienterna var. I en jämförelse med andra material med vuxna patienter (Tabell III) framkommer dock att P/F-ratio var lägre i vårt material, dvs patienterna skulle kunna vara svårare sjuka än i övriga material och i ELSO-sammanställningen. Vi tror dock att den höga överlevnaden åtminstone delvis kan bero på att patienterna i det aktuella materialet företrädesvis varit vakna under ECMO-behandlingen och haft en tryckunderstödd spontanventilation. Till den högre överlevnaden kan också en aktiv diagnostik med datortomografi [30] vid kliniska oklarheter eller utebliven förväntad förbättring samt aktiv kirurgi vid exempelvis blödningskomplikationer ha bidragit. Vidare har utebliven förbättring av lungfunktion efter några veckor inte ansetts vara indikation att avbryta ECMO, vilket bidragit till långa behandlingstider (>1 000 timmar) med ibland lyckad utgång [31].

Kontraindikationer – etablerade eller inte

Immunsuppression är en etablerad ECMO-kontraindikation [32]. Vi har dock i vårt material ett par grupper med nedsatt immunförsvar som behandlades med kortison eller cytostatika. Wegeners granulomatos med svåra lungblödningar har visats få goda resultat (100 procents överlevnad) med korta ECMO-behandlingstider efter insatt specifik terapi och ska enligt vår uppfattning inte betraktas som en kontraindikation. Barn med malignitet som drabbas av *Pneumocystis carinii*-pneumoni har mycket dålig prognos om de behöver mekanisk ventilation. Vi har behandlat fyra barn som alla botats från sin pneumoni [33]. En av patienterna dog dock i ett senare skede.

Samtliga fyra patienter som insjuknade i viruspneumoni efter benmärgstransplantation på grund av hematologisk malignitet avled i multiorgansvikt efter långa ECMO-tider (27–51 dygn). I samtliga fall blev patienten aldrig fri från agens till pneumonin trots intensiv behandling. Vi har spekulerat över om detta berodde på nedsatt cellulärt immunförsvar men har inte kunnat verifiera det. Här anser vi dock att ECMO idag inte är ett realistiskt alternativ. Tre av fyra barn med pågående behandling för akut lymfatisk leukemi och akut lunginsufficiens överlevde dock. Vi anser därför att varje patient med immunsuppression, som inte benmärgstransplanterats, och akut sviktande respiration bör bedömas som enskilt fall.

Transportprogram med få komplikationer

Endast ett fåtal centra i världen erbjuder ett komplett transportprogram med såväl landtransport som helikopter och flyg av alla åldersgrupper under ECMO-behandling [14, 34, 35]. Orsaken till transportbehovet är dels oväntad, snabb försämring av patienter med tillkommande cirkulatorisk instabilitet, vilket omöjliggör konventionell transport, dels svårigheter att transportera patienter som ventileras med HFOV och med NO. Man bör naturligtvis sträva efter att transportera eventuella ECMO-patienter i tidigt skede och medan konventionell och mindre resurskrävande transport är möjlig. Det är dock fullt möjligt att genomföra ECMO-transporter med hög patientsäkerhet, och vi har inte upplevt några patientkomplikationer under transportererna.

Däremot har olika mekaniska komplikationer inträffat, och transportteamet måste ha stor beredskap för detta. Kany-

lering på främmande sjukhus och transport hem kräver en minutiös organisation, där felande detaljer kan få ödesdigra konsekvenser. Vår liksom andras [36] erfarenhet är att transportprogrammet har ökat tillgängligheten för ECMO-behandling (Figur 2), och de senaste tre åren har 30 procent av våra patienter transporterats under pågående ECMO-behandling.

God långtidsprognos

Patienter som överlever ECMO-behandling har god långtidsprognos. Flera undersökningar har visat att frekvensen handikapp hos överlevande neonatala ECMO-behandlade patienter ligger runt 15 procent [37–39], vilket inte är högre än hos andra nyfödda som respiratorvårdats för lungfunktionsstörningar. Patienter som ingick i den tidigare citerade brittiska randomiserade multicenterstudien [20] undersöktes vid såväl 1 [40] som 4 [41] års ålder. Frekvensen handikapp var inte högre i ECMO-gruppen än i kontrollgruppen vid något av tillfällena. I en kohortstudie undersöktes 103 neonatalt ECMO-behandlade vid 5 års ålder [38]. Betydande handikapp förelåg hos 17 procent, vilket ansågs vara jämförbart med andra neonatala riskgrupper. Dock ansågs ECMO-barnen ha större risk för inläringssvårigheter i skolan än friska kontrollbarn. Litteraturen är mer knapphändig vad gäller långtidsuppföljningar av äldre barn. I små material förefaller dock långtidsprognosen vara utomordentligt god om patienten inte fått hypoxisk hjärnskada [42].

Långtidsprognosen efter konventionell behandling av ARDS hos vuxna är god, även om nedsatt fysisk förmåga och depressioner är vanligt [43–45]. Stoll och medarbetare [46] jämförde långtidsresultat efter såväl ECMO-behandling som konventionell behandling av ARDS. Patienterna var inte randomiserade, så ECMO-gruppen representerade patienter med mer allvarlig lungsjukdom. ECMO-gruppen hade något sämre fysisk arbetsförmåga efter 16 månader. Den mentala hälsan bedömdes vara lika. 64 procent av patienterna i ECMO-gruppen var tillbaka i fullt arbete jämfört med samtliga i den konventionellt behandlade gruppen. Efterkontroll av egna vuxna patienter visar att livskvaliteten är hög men att det föreligger en inte obetydlig morbiditet under lång tid efter avslutad ECMO-behandling. Samtliga patienter är dock tillbaka i samma eller snarlik sysselsättning 12–18 månader post ECMO.

II Konklusion

Sammanfattningsvis kan sägas att patienter med en akut reversibel lungfunktionsstörning av sådan grad att mortalitetsrisken med konventionell behandling är mycket hög ofta kan räddas med ECMO-behandling. Långtidsprognosen och livskvaliteten efter behandlingen är i de flesta fall mycket god. Patienter som bedöms som icke-transportabla med konventionella metoder kan kanyleras på remitterande sjukhus och transporteras under pågående ECMO-behandling.

*

Potentiella bindningar eller jävsförhållanden: Inga uppgivna.

Referenser

- Gibbon JH Jr. Application of a mechanical heart and lung apparatus to cardiac surgery. *Minn Med* 1954;37:171–85.
- Hill JD, O'Brien TG, Murray JJ, Dontigny L, Bramson ML, Osborn JJ, et al. Extracorporeal oxygenation for acute post-traumatic respiratory failure (shock-lung syndrome): Use of the Bramson Membrane Lung. *N Engl J Med* 1972;286:629–34.
- Bartlett RH, Gazzaniga AB, Jefferies MR, Huxtable RF, Haiduc NJ, Fong SW. Extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) cardiopulmonary support in infancy. *Trans Am Soc Artif Intern Organs* 1976;22:80–93.
- Finer NN. Neonatal selection criteria for ECMO. In: Zwischen-

- berger JB, Steinhorn RH, Bartlett RH, editors. ECMO – extracorporeal cardiopulmonary support in critical care. Ann Arbor: Extracorporeal Life Support Organization; 2000. p. 357-62.
18. Pinhu L, Whitehead T, Evans T, Griffiths M. Ventilator-associated lung injury. *Lancet* 2003;361:332-40.
 19. ARDS-network. Ventilation with lower tidal volumes as compared with traditional tidal volumes for acute lung injury and the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med* 2000;342:1301-7.
 20. UK collaborative randomised trial of neonatal extracorporeal membrane oxygenation. UK Collaborative ECMO Trial Group. *Lancet* 1996;348:75-82.
 30. Lidegran M, Palmér K, Jorulf H, Lindén V. CT in the evaluation of patients on ECMO due to acute respiratory failure. *Pediatr Radiol* 2002;32:567-74.
 36. Bartlett RH, Roloff DW, Custer JR, Younger JG, Hirschl RB. Extracorporeal life support: the University of Michigan experience. *JAMA* 2000;283:904-8.
 38. Glass P, Wagner A, Papero P, Rajasingham S, Civetello L, Kjaer M, et al. Neurodevelopmental status at age five years of neonates treated with extracorporeal membrane oxygenation. *J Pediatr* 1995;127:447-57.
 41. Bennett CC, Johnson A, Field DJ, Elbourne D. UK collaborative randomised trial of neonatal extracorporeal membrane oxygenation: follow-up to age 4 years. *Lancet* 2001;357:1094-6.
 46. Stoll C, Haller M, Briegel J, Meier M, Manert W, Hummel T, et al. [Health-related quality of life. Long-term survival in patients with ARDS following extracorporeal membrane oxygenation (ECMO)]. [German]. *Anaesthesist* 1998;47(1):24-9.

I Läkartidningens elektroniska arkiv
<http://larkiv.lakartidningen.se>
 är artikeln kompletterad med fullständig referenslista.



= artikeln är referentgranskad

SUMMARY

ECMO (extracorporeal membrane oxygenation) involves long term treatment in a modified heart lung machine. It is used in the treatment of patients with extremely severe, acute respiratory distress in order to provide gas exchange through an extracorporeal artificial oxygenator. From 1987 until March 2003, 200 patients have been treated in this center. 104 were neonates, 50 older children and 46 adults. Meconium aspiration syndrome and congenital diaphragmatic hernia were the most common diagnoses among neonates, whereas pneumonia was the most frequent in older children and adults. In total 140 patients (70 per cent) survived until discharge or referral. The survival rate was higher among neonates (80 per cent) than older children (54 per cent) and adults (65 per cent). ECMO has been concluded to be life saving in selected cases of extremely severe acute respiratory failure.

Björn Frenckner, Gunilla Frisé, Palle Palmér, Viveka Lindén

Läkartidningen 2004;101:1272-9

Correspondence: Björn Frenckner, Department of Pediatric Surgery, Astrid Lindgrens barnsjukhus, Q3:03, Karolinska Universitetssjukhuset Solna, SE-171 76 Stockholm, Sweden
 (bjorn.frenckner@ks.se)