

### 小児の救命救急と集中治療との接点

～ 重篤な小児救命救急患者を応需する  
最適な集中治療環境は何か？ ～

東京都立小児総合医療センター  
救命・集中治療部 集中治療科  
水城直人 清水直樹

### 本日の議論の背景

- 小児集中治療室(PICU)で応需する疾患スペクトラムは幅が広く、各病態または各種デバイスに対して、豊富な知識と経験が要求されている
- PICUは循環器疾患を専門分化させたICUとする潮流と、medico-surgical領域全体を包括したhybrid ICUとする潮流に分かれてきている

### 本日の論点

- PICUのハードウェア (どんな箱物が良いか)
  - Hybrid ICU (non-CICU) と Cardiac CICU
  - ユニット規模は？
- PICUのソフトウェア (どんな運営形態が良いか)
  - Closed ICUか？ Open ICUか？
  - 専門性の背景は？

### 東京都立小児総合医療センターについて

【所在地】 東京都府中市(最寄り駅:JR中央線/西国分寺)

【医師数】 約220人(常勤、研修医)

【背景】 清瀬小児・八王子小児・府中病院・梅ヶ丘病院の合併病院

【機能】 2010年3月に開院 総病床数561床  
東京都の多摩地域の小児総合医療の中心  
多摩総合医療センター(成人救命救急センター)を併設

【専門分野】  
小児内科・外科の専門はほぼ全分野

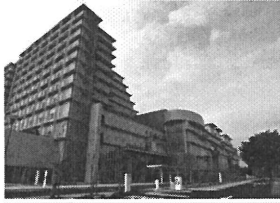

【救命・集中治療部】  
救命救急科スタッフ5人、集中治療科スタッフ6人  
救命・集中治療部の研修医13人

### 【集中治療科】

病床数: PICU10床・HCU12床  
看護スタッフ: 61人  
専属薬剤師: 3人(専属)  
臨床工学技士: 8人(非専属)

医療デバイス:

- ECMO 3台
- CHDF 3台
- HFOV 2台
- APRV 1台
- NO 2台
- NPPV 4台

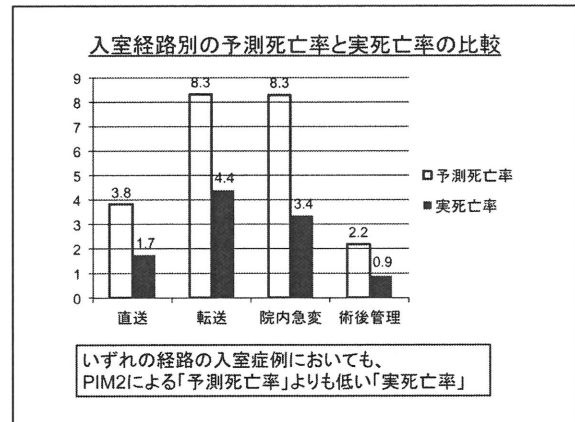
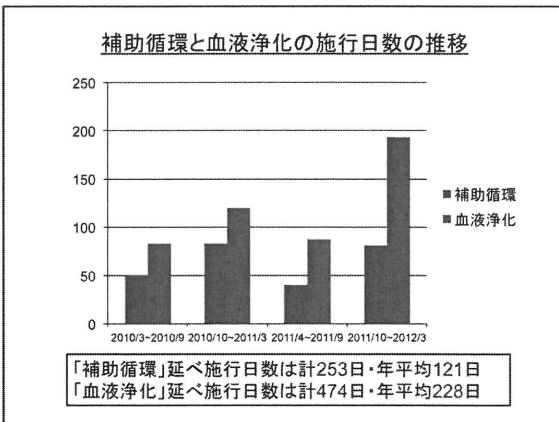
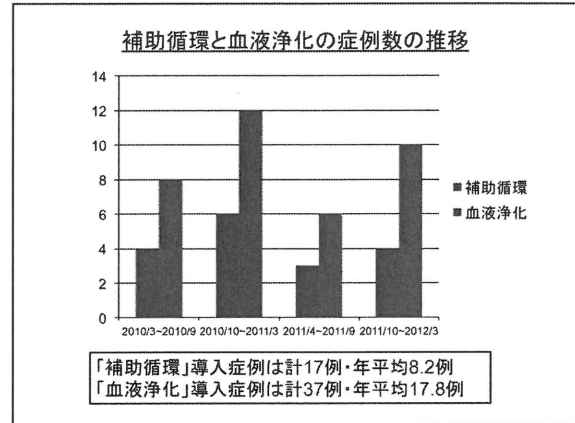
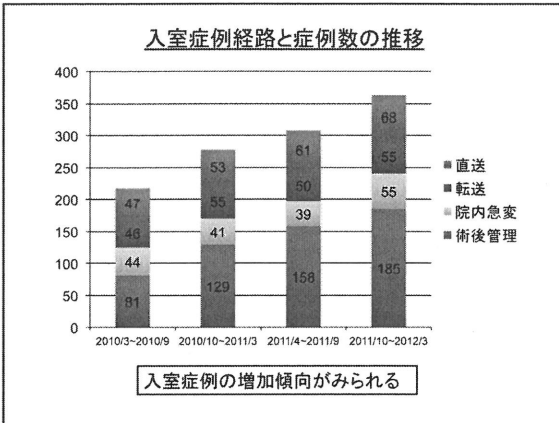



### PICU患者の入室経路別割合

総症例数 1167人

入室経路	人数	割合
直送	229人	20%
転送	205人	18%
院内急変	179人	15%
術後管理	554人	47%

救命救急事案である「直送・転送」の割合は38%で、「院内急変」を含めた入室症例数は過半数を占めている



## 本日の論点

- PICUのハードウェア (どんな箱物が良いか)
  - Hybrid ICU (non-CICU) と Cardiac CICU
  - ユニット規模は?
- PICUのソフトウェア (どんな運営形態が良いか)
  - Closed ICUか? Open ICUか?
  - 専門性の背景は?

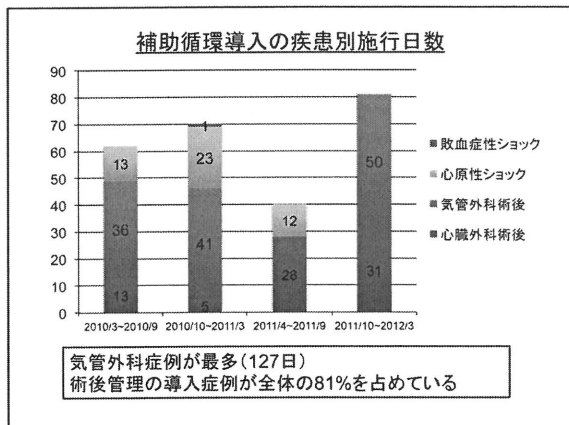
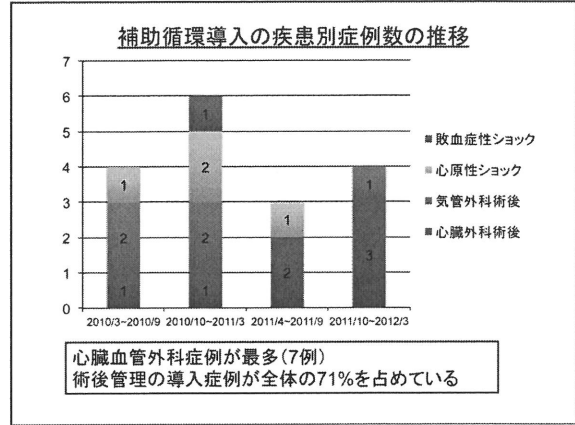
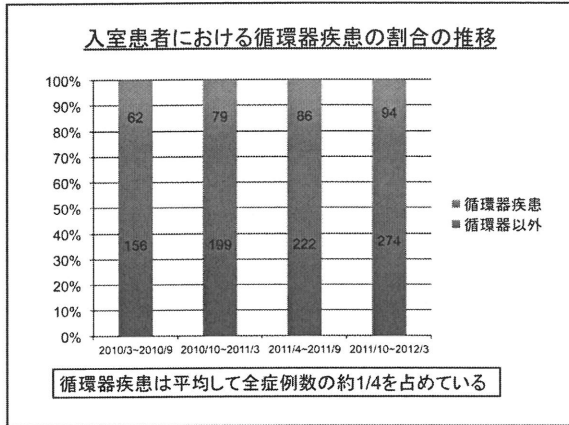
## Hybrid ICU と CICU について

### I) Hybrid ICU

- Cardiac と medico-surgical の全てが対象疾患
- PICU専属医が管理者となり、日常的に各専門スタッフと協働して診療に当たる
- 救命救急症例と術後管理症例が交差している

### II) CICU

- 主に心臓血管外科疾患が対象
- その他に心筋炎、心筋症、不整脈も対象疾患となる
- 循環器専門医師が管理者となる
- 術後管理症例が多くを占めている



### CICU側からの視点

CICU独立のメリット

- ・ 感染隔離とベッドコントロールの簡便化
- ・ 循環器疾患に特化した医師・看護師による患者管理

Rakhi Balachandran, et al : Dedicated pediatric cardiac intensive care unit in a developing country: Does it improve the outcome?  
Ann Pediatr Cardiol. 2011 Jul-Dec; 4(2): 122-126.

Parameter	Group A (common ICU)	Group B (PICU)	P value
対象: N=634			
サブグループ解析			
Age < 1year			
Mortality (%)	9.47 (18/169)	5.85 (10/171)	0.078
ICU stay (days)	4.25 ± 3.56	3.34 ± 3.46	0.021
Ventilation (Hours)	62.17 ± 96.97	42.91 ± 62.48	0.036
Line duration (Hours)	84.78 ± 68.74	62.39 ± 53.42	0.001
Inotrope duration (Hours)	66.89 ± 59.58	52.21 ± 50.75	0.020
Blood stream infection (%)	15.98 (27/169)	5.85 (10/171)	0.002

### Hybrid ICU側からの視点

Hybrid ICUのメリット

- ・ 症例数と特殊デバイスの経験数の増加

	Hybrid PICU	CICUを除いたPICU	変化率	
ICU入室総数	1167人	847人	-27%	
直送・転送症例数	434人	400人	-8%	
院内急重症例数	179人	139人	-22%	
術後管理症例数	554人	308人	-44%	
補助循環	症例数	17人	6人	-65%
	施行日数	253日	128日	-49%
血液浄化	症例数	37人	22人	-56%
	施行日数	474日	210日	-57%

### 【考察】

- ・ Hybrid ICU であるメリットは、症例の幅と数が豊富になり、CICU 関連症例に多い特殊デバイスの経験数の増加にある
- ・ その経験の豊かさがユニット全体の医療の質を向上させている可能性があるが、その有効性の検討は今後の課題である
- ・ CICU におけるメリットはユニット全体の高い専門性である
- ・ CICU における高い専門性が、病態が多臓器に渡った場合には逆にデメリットになる可能性についても検討が必要である

## 本日の論点

- PICUのハードウェア (どんな箱物が良いか)
  - Hybrid ICU (non-CICU) と Cardiac CICU
  - ユニット規模は？
- PICUのソフトウェア (どんな運営形態が良いか)
  - Closed ICUか？ Open ICUか？
  - 専門性の背景は？

## 日本の各施設のPICU規模

専属PICUスタッフがいるICU規模の比較

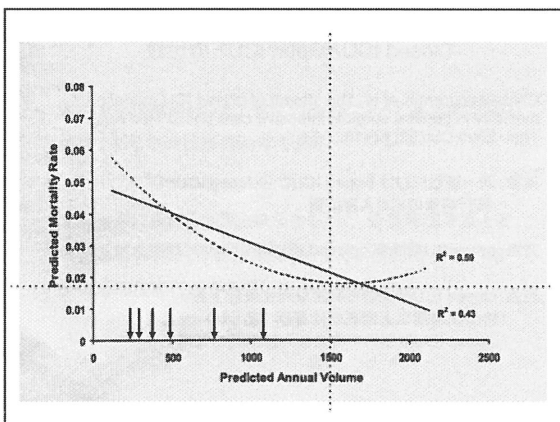
	PICU病床数	PICU総入室数
国立成育医療研究センター	20床(加算10床)	1071例
静岡県立こどもPICU	12床(加算4床)	495例
静岡県立こどもCICU	12床(加算6床)	319例
長野県立こども病院	8床(加算8床)	385例
千葉県立こども病院	10床(加算9床)	240例
東京都立小児総合医療センター	22床(加算12床)	671例

## PICUの規模と診療の質(1)

- J.M.Tilford et al: Volume-Outcome Relationships in Pediatric Intensive Care Units. Pediatrics 2000;106:289-294
- 対象: 米国の16施設
- 方法: 死亡率を重症度で補正  
PICUへの年間入院数との相関を解析
- 結果: 年間入院患者数が100人増えると死亡率が5%下がる

## PICUの規模と診療の質(2)

- J.P.Marcin et al: The impact of pediatric intensive care unit volume on mortality. Pediatr Crit Care Med 2005; 6:136-141
- 対象: 米国の15施設
- 方法: 死亡率を重症度で補正  
PICUへの年間入院数との相関を解析
- 結果: 中から大規模(入院数が992-1491/年)の場合 死亡率が最も低くなる



## 小児重症患者のPICUへの集約の必要性

- 武井健吉ら: 小児重症患者の救命には小児集中治療施設への患者集約が必要である. 日救急医学会誌 2008; 19: 201-7
- 対象: 日本医科大学千葉北総病院救命救急センターに2001年から2006年12月までの6年間に人工呼吸管理を要した15歳未満の小児重症患者
- 方法: 非搬送症例群とPICU搬送症例群の2群間比較
- 結果: 救命救急センターによる初療後にPICUへ転送した症例群は非搬送症例群と比較すると死亡率の低下がみられた

原著論文

### 小児重症患者の救命には小児集中治療施設への患者集約が必要である

武井 健吉<sup>1</sup> 清水 直樹<sup>1</sup> 松本 尚<sup>1</sup> 八木 貴典<sup>1</sup>  
小原崇一郎<sup>2</sup> 飯井 裕一<sup>2</sup> 益子 邦洋<sup>2</sup>

**要旨** 【背景】小児重症患者は、小児集中治療室 (pediatric intensive care unit: PICU) に集約して治療を行うことで治療成績の向上が得られることが海外において証明されているが、日本では小児重症患者の集約化が進んでいない。本研究では、成人を中心に診療している救命救急センターの集中治療室 (intensive care unit, ICU) における小児重症患者管理と、PICUにおける小児重症患者管理について、その転帰を比較することを通じて、小児重症患者の集約化の必要性を明らかにした。【対象と方法】2001年1月から2006年12月までの6年間に人工呼吸管理を要した15歳未満の小児患者を重症例として抽出し、ICUで管理した群 (ICU群) とPICUに集約して管理した群 (PICU群) に分けて、実死亡率と Pediatric Index of Mortality 2 (以下PIM2と略す) による予備死亡率の比較を行った。【結果】調査期間中のICU群は22例、PICU群は11例で、死亡例はそれぞれ6例、1例であった。ICU群の実死亡率は27.3%であり、PIM2による予備死亡率24.5%とはほぼ同程度であった。一方、PICU群の実死亡率は9.1%であり、予備死亡率29.6%を大幅に下回っていた。【結論】小児重症患者をPICUに集約することで、救命率向上が期待できる。そのためには、広域搬送システムの構築が必要である。  
(日救急医学会誌 2008; 19: 201-7)

Table 5. Predicted mortality and actual mortality of each group

	PICU group	ICU group (prophase)	ICU group (anaphase)	ICU group
predicted mortality by PIM2 (%)	29.6 (n=11)	24.6 (n=10)	24.3 (n=12)	24.5 (n=22)
actual mortality (%)	9.1	30.0	25.0	27.3
predicted mortality by TRISS (%)	22.7 (n=8)	18.8 (n=10)	24.8 (n=10)	21.8 (n=20)
actual mortality (%)	0.0	30.0	20.0	25.0

PIM2: paediatric index of mortality 2, TRISS: trauma and injury severity score

### 【考察】

- 日本のPICUの規模は小さく、規模を拡大することでさらに予後の改善がみられる可能性もある
- 救命救急事案における救命救急センターとの連携を前提とした症例集約をすすめ、重篤小児患者の転帰の改善を追求したい
- さらに術後管理事案を含めた入室症例の拡大も検討し、ユニット全体の経験値を向上させることも有用と考えている

### 本日の論点

- PICUのハードウェア (どんな箱物が良いか)
  - Hybrid ICU(non-CICU) と Cardiac CICU
  - ユニット規模は?
- PICUのソフトウェア (どんな運営形態が良いか)
  - Closed ICUか? Open ICUか?
  - 専門性の背景は?

### Closed ICUとOpen ICUについて

#### I) Open ICU

- 従来型のICU形態
- 入室時の担当主科が管理医師
- 必ずしも管理医師が常駐しているわけではない

#### II) Closed ICU

- 近年みられるICU形態
- 入室後の管理者はICU専属医師
- 24時間体制で管理医師は常駐している

### Closed ICUとOpen ICUとの比較

- Chittawatanarat K et al: The impact of closed ICU model on mortality in general surgical intensive care unit. J Med Assoc Thai. 2009 Dec;92(12):1627-34.
- 対象: 同一施設におけるopen ICUからclosed ICUへ移行前後のICU入室症例
- 方法: open ICU期間群とclosed ICU期間群との2群間比較
- 結果: closed ICU期間群で有意な死亡率低下あり (特に48時間以上滞在例は著明であった) closed ICU期間群で有意な入室期間の短縮あり

## 本日の論点

- PICUのハードウェア（どんな箱物が良いか）
  - Hybrid ICU (non-CICU) と Cardiac CICU
  - ユニット規模は？
- PICUのソフトウェア（どんな運営形態が良いか）
  - Closed ICUか？ Open ICUか？
  - 専門性の背景は？

## PICUで応需している患者

- ①術後管理の対象となる患者  
: 小児心臓血管外科などの術後患者と術中急変患者  
⇒ PICU入室経路における術後管理
- ②術後管理以外の、小児急性期医療の対象となる患者  
: 重篤小児の病院前救護、救命初療と、それに引き続く緊急搬送  
ならびに集中治療を包括する医療において対象になる患者  
(小児内科系救急外来のみならず、救急医学の現場である  
救命救急センターと、それに連続する小児の集中治療医学)  
⇒ PICU入室経路における直送・搬送、さらに病棟急変を含む

## ①術後管理②小児急性期医学とPICUとの接点

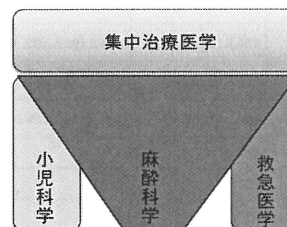
### ①術後管理

- 小児麻酔学・集中治療学・外科学の知識と技術が求められる
- 患者は手術室に集約され定型的な患者が多く、入室前から麻酔科や外科と協働して対応することができる
- PICU入室において安定した患者数が見込まれる

### ②術後管理以外の、小児急性期医学

- 救命救急医学、搬送医学、外傷医学、集中治療医学、小児内科学と幅広い知識と技術が求められる
- 患者は地域に分散し非定型的な患者が多く、病態に対する診療と同時に関連各科と協働し対応する必要性が高い
- PICU入室においては術後管理ほど一定した患者数にならない

## 集中治療医学を形作る、救急医学・麻酔科学・小児科学



## 【考察】

- 集中治療医学を行う上で全ての医師にとって基本的であり必須である学問は麻酔科学である
- 麻酔科学における知識と技術をもとに、術後管理事案と救命救急事案をPICU責務の両軸とすることで、小児集中治療科医師の専門性を主張していくことができる

## 【結語】

- 救命救急事案においては救命センターと協働し、術後管理事案においては麻酔科と協働し、その両者が交差するPICUが、重篤な小児救命救急患者を最適に応需できると考える
- そのために Hybrid ICU によるメリットと、患者集約による医療の質の評価を、引き続き継続して検討していく必要がある

【結語】

- 重篤な小児救命救急患者の絶対数は少ないが必ず存在する
- その極めて少ない重篤患者に質の高い医療を安全に提供するためには、患者の集約が有効な手段と考えられる
- 集約すべき対象は救命救急事案と同時に術後管理事案に関わる患者も検討することが合理的である
- 手術症例を集約させることは、麻酔科と関連外科の医療資源的な問題が大きいが、PICUが術後管理事案においても積極的に協働する姿勢を明確にして検討すれば可能になると考えている
- 小児集中治療学は救命救急事案と術後管理事案の両領域を重複している学問であり、この両領域を密に連携させることが、重篤な小児救命救急患者を最適に安全に治療するための重要な手段の一つと考える

当院PICUがCICUを分離したと仮定した場合の症例数とデバイス経験数の変化

	Hybrid PICU	CICUを除いたPICU	変化率	
ICU入室総数（年換算）	1167人(561人/年)	847人(407人/年)	-27%	
直送・転送症例数（年換算）	434人(209人/年)	400人(96人/年)	-8%	
院内急変症例数（年換算）	179人(86人/年)	139人(67人/年)	-22%	
術後管理症例数（年換算）	554人(266人/年)	308人(148人/年)	-44%	
補助循環	症例数	17人	6人	-65%
	施行日数	253日	128日	-49%
血液浄化	症例数	37人	22人	-56%
	施行日数	474日	210日	-57%

【考察】

- ④救命救急事案、院内急変、術後管理事案の全てにおいて、予測死亡率より有意な低下がみられている
- 救命救急事案や院内急変に必要なである、病院・医師間の連携、緊急搬送の技能、小児急性期医学の実践と経験などが、術後管理事案に活かされ予後改善に役立つ可能性がある
- 逆に、術後管理事案に必須である呼吸・循環・神経管理の修練、特殊デバイス管理の経験、麻酔科や外科との綿密な連携などが、救命救急事案や院内急変において予後改善をもたらしている可能性もある

【結語】

- 重篤な小児救命救急患者の絶対数は少ないが必ず存在する
- その極めて少ない重篤患者に質の高い医療を安全に提供するためには、患者の集約が有効な手段と考えられる
- 集約すべき対象は救命救急事案と同時に術後管理事案に関わる患者も検討すべきかもしれない
- 手術症例を集約させることは、麻酔科と関連外科の医療資源的な問題が大きいが、PICUが術後管理事案においても積極的に協働する姿勢を明確にして検討すれば可能になると考えている
- 小児集中治療学は救命救急事案と術後管理事案の両領域を重複している学問であり、この両領域を密に連携させることが、重篤な小児救命救急患者を最適に安全に治療するための重要な手段の一つと考える

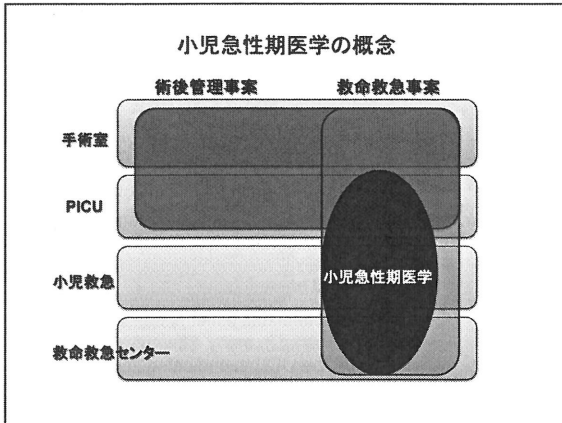
【まとめ】

Hybrid PICUの  
利点

- ①CICUに関与することで、複雑な循環動態に対する診療を実践し、特殊デバイス管理をより多く経験できる点
- ②CardiacとMedico-surgicalの各々の領域における経験と技能が、互いの領域を補完し合う点
- ③日常的に病院内の専門スタッフとコミュニケーションを蓄積することで、小児急性期医学に関わる患者においても、無理なく協働することができる点

問題点

- ①



### 現在のPICUの潮流

**hybrid ICU**

- ・medico-surgical ICU(内科外科)のみならず循環器領域も含めた全重症患者を診療するICU
- ・対象患者は小児急性期医学が多く、緊急搬送医学、救命救急医学が発達していった
- ・PICU専属スタッフが中心となって各専門科医師と協議しながら医療資源を集約し、治療成績を向上させている

**cardiac ICU(CICU)**

- ・主に小児心臓外科領域を分化したICU
- ・北米の大規模病院で見られる
- ・本来hybrid PICUで診療していた循環器患者を集約させることで組織が肥大化したため、循環器疾患のみ分離する傾向になった
- ・CICU対象患者は安定的に存在し、極めて定型的なフローで診療されるため、患者の集約化が比較的容易であった
- ・CICUに求められる専門性がPICUの一般的な技能に重畳していた面も分離を促進した

### 当院PICUの総入室数の変化


入室患者の絶対数は増加傾向がある

- PICUの規模と診療の質を考慮すると歓迎すべき傾向と考える
- PICUの術後管理入院の増加傾向は、PICUの増床が関係していると思われるが、同時に院内急変症例の減少傾向もみられ、術後のPICU管理の増加が院内(病棟)急変を減少させた可能性もある



東京 Metropolitan Children's Medical Center  
小児総合医療センター

## Paediatric Cardiac Critical Care in General PICU



Tokyo Metropolitan Children's Medical Center  
Department of Paediatric Critical Care Medicine

Takehiro Niitsu, Naoki Shimizu

### Background

- ✓ The PICU managed as closed ICU by paediatric intensivist results in a better outcome, compared to a unit managed as open ICU.
- ✓ In addition, specialized paediatric cardiac intensive care has emerged as a central component of the management of critically ill paediatric patients with congenital or acquired heart disease.
- ✓ However, critically ill paediatric patients with heart disease are actually cared in many different types of ICUs, ranging from open ICU to dedicated pediatric cardiac ICU.

### Objective



- ✓ Our unit started to operate as closed general ICU covered by paediatric intensivist, to take care of both cardiac and medico-surgical patients.
- ✓ In this presentation, our current performance of cardiac intensive care will be reviewed and we will discuss the merit, challenging points and future direction to care critically ill cardiac patients in general PICU.

### Tokyo Metropolitan Children's Medical Center (TMCMC)

Total Number of Bed; 561 beds  
 PICU/HCU; 22 beds  
 NICU; 24 beds, GCU; 48 beds

Total Number of Physician; 220  
 Almost of all medical & surgical subspecialties

Function as regional tertiary children's medical center & trauma center to cover western area of Tokyo

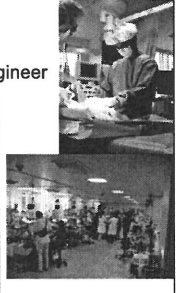
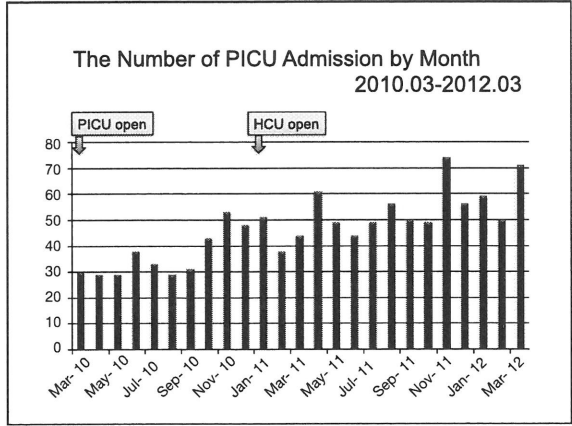
### Tokyo Metropolitan Children's Medical Center The Department of Pediatric Critical Care Medicine

No. of PICU/HCU Bed; 22 beds  
 PICU intensivist; 6 Attending Staff, 9 Fellows  
 61 nurses, 3 clinical pharmacist, 8 clinical engineer

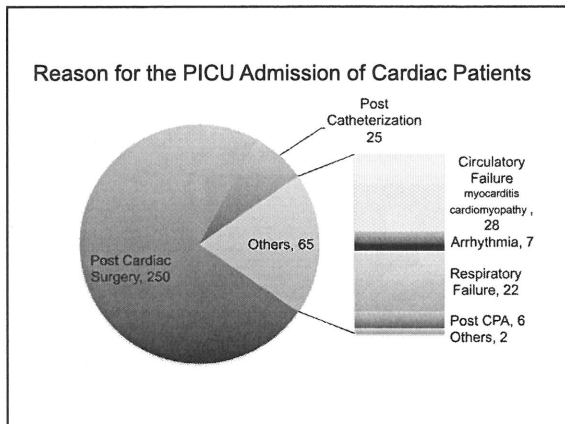
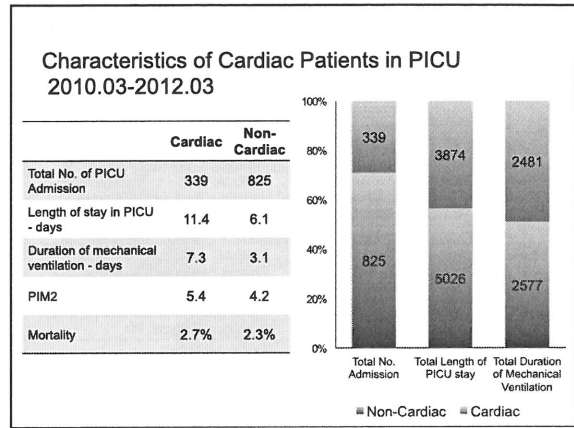
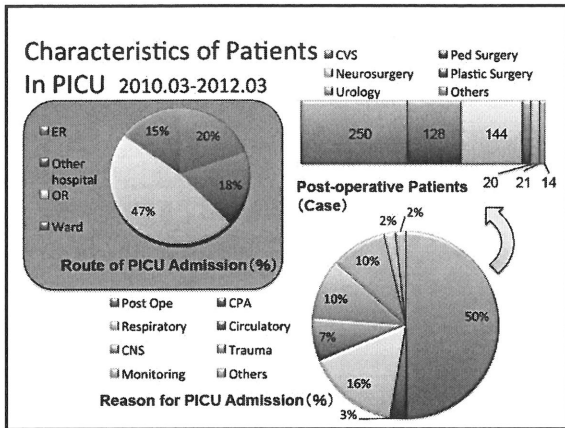
Operated as Closed ICU

- Decision of daily plan based on the discussion at multidisciplinary round or at bedside
- Ordering, Charting, Bedside Procedure
- On duty

1 staff & 2 fellows, shift for 24 hrs

3 重篤小児集約拠点のあり方に関する研究 清水直樹



### Cardiovascular Surgery in TCMC 2010.03-2012.03

VSD closure	56	Fontan Procedure	13
ASD closure	33	Bl Glenn Procedure	9
Cor Triatriatum Repair	1	Norwood Procedure	1
AVSD repair	8	PAPVC repair	1
TAPVC repair	6	LVOTR	3
Jatane Procedure	6	Vascular Ring	4
TA repair	3	PA sling + Tracheal Reconstruction	5
CoA complex	3	AV plasty	2
DCRV repair	7	AVV plasty	4
TOF repair	17	ECMO cannulation	15
Rastelli Procedure	9	Pacemaker Implantation	8
MAPCA unifocalization	1	PDA ligation	5
DORV repair	3	CoA repair	14
		mBT shunt	22
		PA banding	15
		Others	19
		<b>Total</b>	<b>293</b>

- ### Management of Cardiac Patients in General PICU
- ❖ Merit
    - Provision of Advanced Treatment
    - Multidisciplinary Team Approach
  - ❖ Challenging Points
    - Sophisticated Management of Cardiac Patients

- ### Management of Cardiac Patients in General PICU
- ❖ Merit
    - Provision of Advanced Treatment
    - Multidisciplinary Team Approach
  - ❖ Challenging Points
    - Sophisticated Management of Cardiac Patients