

RRS 導入に向けて

子どもの急変対応の起動基準

神園 淳司 Kamizono Junji

北九州市立八幡病院小児救急センター

Key word 起動基準, トリガー・システム, スコアリング・システム

要 旨 日常のバイタルサインとフィジカルアセスメントの記録を単なる記録にとどめず、的確な状態把握と病態変化の予見と介入に移すことが求められている。小児救急医療のユニット単位で醸成されたトリガー・システムとスコアリング・システム、またそのメンタルモデルの共有こそ、評価が難しいとされる子どもたちへの「安定した安全」の約束となる。本稿では、起動基準に関する海外での取り組みを、トリガー・システムとスコアリング・システムに区別し、紹介する。

院内心停止症例の予後と海外での取り組み

院外心肺停止症例の予後が、chain of survival (救命の連鎖)の普及とともに改善してきているのに比べ、院内心肺停止症例の生存率はここ数十年で明らかな改善は認められていない。1990年代中頃より、海外では成人領域を中心に、この大きな医療の課題に取り組んできた歴史がある。

成人領域では、院内重症患者に対する早期介入を目的とした急変対応システム(Rapid Response System ; RRS)の概念が1995年にLeeら¹⁾により提言され、以降その有効性が報告された。2000(平成12)年、英国のDepartment of Health (保健局)は、早期警告スコア(early warning score ; EWS)とEmergency Response Teamの両方を、成人患者を対象に実施することを提言し²⁾、現在では90%以上の成人患者に提供されている。イギリスの国立医療技術評価機構(National

Institute for Health and Clinical Excellence ; NICE)でも、病院内で発生する生命を脅かす事象を減らすために、早期警告スコア(EWS)を導入し、急変時対応チームを設けることを推奨した³⁾。

一方、米国では2006(平成16)年12月にInstitute for Health Care Improvement (医療の質改善研究所)は、患者安全のイニシアチブ“5-Millions Lives Campaign”を開始し、2年の期間で設定された⁴⁾。このキャンペーンでは臨床的悪化の最初の兆候をとらえ、心肺停止を防ぐためにRapid Response Team (RRT)を導入することが推奨され、大きな医療の潮流となった。

本稿では、子どもの急変対応チームが利用している起動基準を、トリガー・システム(Trigger System)とスコアリング・システム(Scoring System)に大きく分類し、起動基準項目を2005(平成17)年以降に発表された詳細な総説と既報告から振り返る。日常診療のなかで発生する、医師のみならず看護師・保護者の“気づき”のパラメータとその発信を共有する。

1. 急変対応起動基準：トリガー・システム (Trigger System)⁵⁾⁶⁾

急変対応システムのトリガー・システムとして、オーストラリア MET activation I⁷⁾ の報告以降、12基準の既報告(米国5, カナダ2, 英国2, オーストラリア2, その他1)のサマリーを表1⁷⁾⁻¹⁸⁾に示す。

2. 急変対応起動基準：スコアリング・システム (Scoring System)⁵⁾⁶⁾

急変対応システムのスコアリング・システムとして、米国での報告(PEWS score I)¹⁹⁾以降、19基準の既報告(米国11, カナダ2, 英国2, その他4)のサマリーを表2¹⁹⁾⁻³⁷⁾に示す。

急変対応起動基準

1. 起動因子項目数と「懸念」

トリガー・システムでは、項目数は中央値8項目(範囲4~16)であった。医療従事者の「懸念」は12基準の全報告で採用されている。保護者の「懸念」は5基準(42%)で採用されており、付き添い家族の気づきに傾聴する姿勢がうかがえる。

スコアリング・システムでは、スコアリング項目数の中央値は5項目(範囲3~19)であった。スコアリング項目として、医療従事者の「懸念」は3基準[Cardiff and Vale PEWS system²³⁾, C-CHEWS²⁸⁾, NHSI PEWS³⁴⁾]や保護者の「懸念」は2基準[PEWS score²⁴⁾・C-CHEWS²⁸⁾]への導入に限定されていた。

2. 意識評価と体温・全身評価・痛み

トリガー・システムでは、「意識変容」が8基準(40%)に採用され、GCSも3基準に採用されていた。とくに「けいれん」は9基準に採用されている。MET activation IV¹⁶⁾では、「活動性・行動」の変化が採用されているのも特徴的である。痛みの評価を採用したのは2基準のみであった[PERT Activation Criteria¹³⁾, Modified

Bristol PEWS system¹⁷⁾]。「体温」に基準を設けて採用した基準は皆無であった。

スコアリング・システムでは、「意識変容」が6基準(32%)、GCSは1基準のみの採用にとどまった。「活動性・行動」の変化10基準(47%)で採用されていた。「けいれん」を採用した基準は皆無だった。「体温」を採用したのは7基準だったが、スコアリング加算のレベルはさまざまであった。

3. 気道・呼吸窮迫および呼吸数の評価

トリガー・システムでは、「酸素飽和度(SpO₂)」の採用は11基準とほぼ全基準で採用され、トリガーコール基準は、酸素投与下での基準が多様で、90%未満が6基準、92%以下が2基準であった。6基準で、先天性心疾患患者に対して「酸素投与下 \leq 60%または75%」を採用していた。すべての基準で「緊急気道」や「呼吸窮迫」「呼吸様式の変容」のいずれかを採用して起動につなげていた。MET activation II⁹⁾にのみ「酸素吸入」を起動項目にあげていた。「呼吸数」は6基準(50%)で採用され、月齢・年齢別に5段階に設定されていた。それぞれで採用されたトリガーコール基準の呼吸数を表1に示す。

スコアリング・システムでは、「酸素飽和度(SpO₂)」の採用は9基準(47%)にとどまり、「呼吸窮迫」「呼吸様式の変容」が15基準(79%)で採用されていた。一方、「緊急気道」は1基準のみであった。「ネブライザー」および「酸素吸入」が8基準(42%)に採用されていた。「呼吸数」は18基準(95%)で採用され、スコアリング上1ポイント加算される基準値を表2に示す。「年齢正常より10以上上昇」を採用した基準は9基準で、月齢・年齢別に4~5段階に分けた基準値を採用したのは8基準であった。

4. 循環・収縮期血圧および心拍数の評価

トリガー・システムでは、「心拍数」が9基準で採用され、「心拍数」とともに「収縮期血圧」が7基準に採用されていた。「CRT」の採用は2基準のみで、トリガーコール基準は3秒以上であった。「心拍数」では、月齢・年齢別に5段階に分けた基準値の採用は6基準で、急激な変化をトリガーコール基準に採用したのは3基準にとどまった。

表1 急変対応起動基準：トリガー・システム(Trigger System)

報告年代		2005～2007				2008～2010				2011～2014			
採用されている起動基準 (文献番号)		7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
システム名		MET activation I	Bristol PEW tool	MET activation II	RRT activation Criteria	PMET Trigger I	MET activation III	PERT Activation Criteria	PEW signs	PMET Trigger II	MET activation IV	Modified Bristol PEWS system	THCS MET Criteria
報告者 報告国		Tibballs 2005 オーストラリア	Haines 2006 英国	Brilli 2007 米国	Sharek 2007 米国	Hunt 2008 米国	Tibballs 2009 オーストラリア	Van Voorhis 2009 米国	Anwar-ul-Haque 2010 パキスタン	Kotsakis 2011 カナダ	Bonafide 2012 米国	Sefton 2014 英国	Kukreti 2014 カナダ
スコア(S)トリガー(T) 起動およびスコア・パラ メーター数		T 9	T 14	T 4	T 6	T 12	T 9	T 5	T 8	T 7	T 6	T 16	T 7
採用された年齢段階		5	5	1	1	1	5	1	1	5	1	5	1
懸念	医療従事者の懸念	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	保護者の懸念			✓		✓	✓			✓	✓		
意識・ 全身評価	体温												
	活動性・行動 意識	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓		✓
	GCS		✓									✓	✓
	けいれん	✓	✓				✓	✓	✓	✓		✓	✓
気道・呼吸 呼吸管理	緊急気道	✓											
	酸素飽和度 (SpO ₂)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓
	呼吸数	✓	✓		✓		✓	✓	✓	✓		✓	✓
	呼吸様式										✓		
	呼吸窮迫	✓		✓		✓	✓		✓				✓
	ネブライザー 酸素療法			✓									
循環	循環・心血管 系										✓		
	心拍数	✓	✓		✓		✓	✓	✓	✓		✓	✓
	収縮期血圧	✓			✓		✓	✓	✓	✓		✓	✓
その他	CRT 術後嘔吐		✓										✓
その他のパラメーター		心肺停止 チアノーゼ	無呼吸 糖尿病性ケト アシドーシス 気道閉塞 アドレナリン 吸入高K血症 ショック徴候 痛み刺激反応なし 髄膜炎菌感染 症徴候	陥没呼吸 チアノーゼ		異常・増悪傾向 の呼吸器症状 進行性循環不全 代償性急性 ショック 上室性頻拍 その他の不整 脈 心肺停止	心肺停止 チアノーゼ	コントロール 不能な痛み・ 興奮			レッドゾーン でスコアリン グ	無呼吸(徐脈) 気道閉塞 AVPUスコア 高K血症 末梢皮膚温低下 CRT ≥3s pH <7.2 改善しない痛み 疼痛管理	末梢循環不全 まだら皮膚
心拍数 【トリガーコール基準】		0-3m: <100 >180 4-12m: <100 >180 1-4y: <90 >160 5-12y: <80 >140 >12y: <60 >130	<6m: ≤95 ≥150 6-12m: ≤95 ≥150 1-5y: ≤95 ≥150 5-12y: ≥120 >12y: ≥100		急激な変化		0-3m: <100 >180 4-12m: <100 >180 1-4y: <90 >160 5-12y: <80 >140 >12y: <60 >130	急激な変化	急激な変化	0-3m: <100 >180 4-12m: <100 >180 1-4y: <90 >160 5-12y: <80 >140 >12y: <60 >130		<3m: ≤95 ≥150 3-12m: ≤95 ≥150 4-12m: <100 >180 1-4y: <90 >160 5-12y: ≥120 >12y: ≥100	0-3m: <100 >180 4-12m: <100 >180 1-4y: <90 >160 5-12y: <80 >140 >12y: <60 >130
呼吸数 【トリガーコール基準】		0-3m: >60 4-12m: >50 1-4y: >40 5-12y: >30 >12y: >30	<6m: ≥70 6-12m: ≥60 1-5y: ≥40 5-12y: ≥25 >12y: ≥25	設定なし	急激な変化	設定なし	0-3m: >60 4-12m: >50 1-4y: >40 5-12y: >30 >12y: >30	急激な変化	急激な変化	0-3m: >60 4-12m: >50 1-4y: >40 5-12y: >30 >12y: >30		<6m: ≤20 ≥70 6-12m: ≤60 1-4y: ≥40 5-12y: ≥25 >12y: ≥25	0-3m: >60 4-12m: >50 1-4y: >40 5-12y: >30 >12y: >30
収縮期血圧 【トリガーコール基準】		0-3m: <50 4-12m: <60 1-4y: <70 5-12y: <80 >12y: <90	設定なし		急激な変化		0-3m: <50 4-12m: <60 1-4y: <70 5-12y: <80 >12y: <90	急激な変化	急激な変化	0-3m: <50 4-12m: <60 1-4y: <70 5-12y: <80 >12y: <90	設定なし	設定なし	0-3m: <50 4-12m: <60 1-4y: <70 5-12y: <80 >12y: <90
CRT 【トリガーコール基準】			≥3s									≥3s	
酸素飽和度 【トリガーコール基準】		酸素投与下 ≤90%	酸素投与下 ≤92%	酸素投与下 <90%	急激な変化	初回介入に 反応なし	酸素投与下 ≤90%	急激な変化	急激な変化 <90%	酸素投与下 ≤90%		酸素投与下 ≤92%	酸素投与下 ≤90%
		酸素投与下 ≤60% (先天性心疾患)	酸素投与下 ≤75% (先天性心疾患)				酸素投与下 ≤60% (先天性心疾患)			酸素投与下 ≤60% (先天性心疾患)		酸素投与下 ≤75% (先天性心疾患)	酸素投与下 ≤60% (先天性心疾患)

表2 急変対応起動基準：スコアリング・システム (Scoring System)

報告年代	2005~2009					2010~2013			
採用されている起動基準(文献番号)	19	20	21	22	23	24	25	26	27
システム名	PEWS score I	PEWS system score I	PEWS score II	Bedside PEWSsystem	Cardiff and Vale PEWS system	PEWS score III	PEWS score IV	MPEWS I	PEWS Score V
報告者 報告国	Monaghan 2005 米国	Duncan 2006 カナダ	Tucher 2009 米国	Parshuram 2009 カナダ	Edward 2009 英国	Demmel 2010 米国	Akre 2010 米国	Skaletzky 2012 米国	Henderson 2012 英国
スコア(S)トリガー(T)	S	S	S	S	S	S	S	S	S
起動およびスコア・パラメーター数	4	19	4	7	8	4	4	3	6
採用された年齢段階	1	5	1	5	5	1	1	1	4
懸念	医療従事者の懸念				✓				
	保護者の懸念					✓			
意識・ 全身評価	体温		✓						✓
	活動性・行動	✓		✓		✓	✓	✓	✓
	意識					✓			✓
	GCS		✓						
気道・呼吸 呼吸管理	けいれん								
	緊急気道					✓			
	酸素飽和度 SpO ₂		✓		✓	✓			✓
	呼吸数		✓		✓				✓
	呼吸様式	✓		✓		✓	✓	✓	✓
	呼吸窮迫				✓				
	ネブライザー	✓		✓					
酸素療法		✓		✓	✓				
循環	循環・心血管系	✓		✓			✓	✓	✓
	心拍数	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	収縮期血圧		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	CRT		✓		✓				
その他	術後嘔吐	✓		✓			✓		
備考および その他のパラメーター		3つ以上の特殊 医療が実施され ている 気道異常ボーラ ス投与例 中心静脈留置 胃切除在宅酸素 重症脳性麻痺 移植症例				備考：小児血液腫 瘍病棟での導入			
心拍数 [スコアリング 1ポイント加算 基準]	年齢正常より 20以上上昇	0- <3m : <110 >150 3- <12m : <100 >150 1-4y : <90 >120 >4-12y : <70 >110 >12y : <60 >100	年齢正常より 20以上上昇	0- <3m : ≤110 ≥150 3- <12m : ≤100 ≥150 1-4y : ≤90 ≥120 >4-12y : ≤70 ≥110 >12y : ≤60 ≥100	<1y : <90 >160 1-2y : <80 >150 2-5y : <75 >140 5-12y : <60 >120 >12y : <55 >100	年齢正常より 20以上上昇	年齢正常より 20以上上昇	年齢正常より 20以上上昇	
呼吸数 [スコアリング 1ポイント加算 基準]	年齢正常より 10以上上昇	0- <3m : <30 >60 3- <12m : <25 >50 1-4y : <20 >40 >4-12y : <20 >30 >12y : <12 >16	年齢正常より 10以上上昇	0- <3m : ≤29 ≥61 3- <12m : ≤24 ≥51 1-4y : ≤19 ≥41 >4-12y : ≤19 ≥31 >12y : ≤11 ≥17	<1y : <20 >50 1-2y : <15 >45 2-5y : <15 >40 5-12y : <10 >35 >12y : <10 >30	年齢正常より 10以上上昇	年齢正常より 10以上上昇	年齢正常より 10以上上昇	
収縮期血圧 [スコアリング 1ポイント加算 基準]				0- <3m : ≤60 ≥80 3- <12m : ≤80 ≥100 1-4y : ≤90 ≥110 >4-12y : ≤90 ≥120 >12y : ≤100 ≥130	<1y : <70 >90 1-2y : <80 >95 2-5y : <80 >100 5-12y : <90 >110 >12y : <100 >120				
CRT [スコアリング 1ポイント加算 基準]		≥2s		≥3s					
酸素飽和度 [スコアリング 1ポイント加算 基準]		≤95%		≤94%	90%を維持する 酸素需要				
体温 [スコアリング 1ポイント加算 基準]		<36.0 >38.5							

2010~2013					2014~2016				
28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
C-CHEWS	Children's Early Warning Tool	ITAT	MPEWS II	TCH PAWS	MPEWS III	NHSI PEWS	PEWS system score II	CH LA PEWS	Burns Centre PEWS
McLellan 2013 米国	McKay 2013 オーストラリア	Olson 2013 マラウイ	Bonafilde 2013 米国	Bell 2013 米国	Fuijkachot 2014 オランダ	Ennis 2014 アイルランド	Panesar 2014 米国	Mandell 2015 米国	Rahman 2016 米国
S 5 1	S 9 4	S 4 5	S 18 5	S 5 1	S 8 5	S 7 4	S 3 1	S 5 1	S 7 1
✓ ✓						✓ ✓			
✓	✓ ✓	✓	✓ ✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓ ✓
✓	✓ ✓ ✓	✓ ✓	✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓	✓	✓	✓
✓ ✓	✓ ✓ ✓	✓	✓ ✓	✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓	✓	✓ ✓	✓ ✓	✓
備考：小児循環器病棟での導入			気道異常 陽圧換気 進行性後天性・ 先天性心疾患酸 素需要 4時間以内の ボラス輸液・ 輸血 移植治療前後 胃管・十二指腸 管挿入 ICU 搬入既往 神経発達障害 筋疾患	終日呼吸管理		ストラータ 無呼吸		病歴	IN OUT バランス 皮膚
年齢正常より 10%増加	<1y: ≤100 >160 1-4y: ≤90 >140 5-11y: ≤80 >130 12y: ≤60 >120	0- <3m: <110 >150 3- <12m: <100 >150 1-4y: <90 >120 >4-12y: <70 >110 >12y: <60 >100	0- <3m: <110 >160 3- <12m: <100 >150 1-4y: <90 >130 >4-12y: <70 >120 >12y: <60 >110	年齢正常より 20以上上昇	0- <3m: <110 >150 3- <12m: <100 >150 1-4y: <90 >120 >4-12y: <70 >110 >12y: <60 >100	0-11m: <90 >160 1-4y: <90 >140 5-12y: <70 >120 13-18y: <60 >100	年齢正常より 20以上上昇	年齢正常より 20以上上昇	正常域より 10以上上昇
年齢正常より 10%増加	<1y: ≤20 >45 1-4y: ≤15 >35 5-11y: ≤15 >30 12y: ≤15 >25	0- <3m: <30 >60 3- <12m: <25 >50 1-4y: <20 >40 >4-12y: <20 >30 >12y: <12 >15	0- <3m: <30 >60 3- <12m: <25 >50 1-4y: <20 >40 >4-12y: <20 >30 >12y: <12 >16	年齢正常より 10以上上昇	0- <3m: ≤29 ≥61 3- <12m: ≤24 ≥51 1-4y: ≤19 ≥41 >4-12y: ≤19 ≥31 >12y: ≤11 ≥17	0-11m: <30 >60 1-4y: <20 >40 5-12y: <20 >30 13-18y: <10 >20	年齢正常より 10以上上昇	年齢正常より 10以上上昇	正常域より 10以上上昇
≥3s	>2s		≥2s	≥3s	≥3s			≥3s	≥2s
ベースライン より軽度低下	≤93%	≤95%	<95%	通常より 5%以上低下	≤94%			正常 SpO ₂ レベル 酸素需要あり	<95% 酸素吸入下
	<35.5 >38.0	<36.0 >37.4	<36.0 >38.4		<36.5 >37.5				<36.5 >38.4

「収縮期血圧」トリガーコール基準は、4基準で月齢・年齢別に5段階に設定され、急激な変化をトリガーコール基準に採用したのは3基準であった。

スコアリング・システムでは、顔色や皮膚色などの「循環・心血管系」の何らかの変化の採用は10基準であった。スコアリング上1ポイント加算される基準値を表2に示す。「心拍数」採用の18基準では、「年齢正常より20以上上昇」を採用したのが8基準で、月齢・年齢別に4～5段階に分けた基準値を採用したのは8基準であった。「CRT」の採用は3基準のみであった。スコアリング上1ポイント加算される基準値は、2秒以上が4基準、3秒以上が5基準と分かれていた。「収縮期血圧」の採用は5基準で、スコアリング上1ポイント加算される基準値が月齢年齢別に4基準で設定されていた。

システム導入の効果と前向き大規模研究

小児の急性期治療にかかわる病院では、小児早期警告システム(Pediatric Emergency Warning System ; PEWS)の導入と始動が、RRTによる患者の転帰を改善することへの医学的検証が実施されている。Tibballsら¹²⁾は、予防可能な危機的疾患発生事象を25%減らすことができた。Brilliら⁹⁾は、患者が呼吸停止あるいは心停止により苦しむリスクを低下させた。Huntら¹¹⁾は、病棟での呼吸停止を73%減らすことができたと報告した。Sharekら¹⁰⁾は、統計学的に小児集中治療外の場で呼吸・心肺停止などの重大な事象の減少が得られ、さらに19カ月で33名の命を救い、死亡率の明らかな低下を認めたと報告している。

Parshuramら²²⁾は、トロント小児病院の関連病院における解析をもとに、一般病棟からICUに入室することになった症例について検証し、ICU入室前各20～24、16～19、12～15、8～11、4～7、0～3時間前のスコア値が、ICU入室の時間に近づくにつれ増加していると報告した。病棟からICU入室に至った症例では、ICU入室前12時間には、すでにスコアの上昇が確認できたと結論づけている。またきわめて高い確率で、ICU入室症例を予測できると追記している。

既存の研究は、観察研究やヒストリカル研究であり、さまざまな交絡因子や影響を無視できないのが現状で、エビデンスレベルは高くない。現在 Canadian Critical Care Trials Groupにより、PEWSの効果を多施設前向きランダム化試験により評価する Evaluating processes of care and outcomes of children in hospital Study (EPOCH)研究³⁸⁾が開始された。その結果により、導入システムの医療安全への貢献および費用対効果を正確に評価し、効率的・効果的であるかの結論を待ちたい。

おわりに

日常のバイタルサインとフィジカルアセスメントの記録を単なる記録にとどめず、的確な状態把握と病態変化の予見と介入に移すことが求められている。小児救急のユニット単位で醸成されたトリガー・システムとスコアリング・システム、またそのメンタルモデルの共有こそ、評価が難しいとされる子どもたちへの「安定した患者安全」の約束となる。この分野の質的看護研究や医学的検証を多施設で検証し、エビデンスを発信していくことも、並行して進めていく必要がある。

【文 献】

- 1) Lee A, Bishop G, Hillman KM, et al : The Medical Emergency Team. *Anaesth Intensive Care* 23(2) : 183-186, 1995.
- 2) McArthur-Rouse F : Critical care outreach services and early warning scoring systems : a review of the literature. *J Adv Nurs* 36(5) : 696-704, 2001.
- 3) Patterson C, Maclean F, Bell C, et al : Early warning systems in the UK : variation in content and implementation strategy has implications for a NHS early warning system. *Clin Med (Lond)* 11(5) : 424-427, 2011.
- 4) McCannon CJ, Hackbarth AD, Griffin FA : Miles to go : an introduction to the 5 Million Lives Campaign. *Jt Comm J Qual Patient Saf* 33(8) : 477-484, 2007.
- 5) Chapman SM, Wray J, Oulton K, et al : Systematic review of paediatric track and trigger systems for hospitalised children. *Resuscitation* 109 : 87-109, 2016.
- 6) Lambert V, Matthews A, MacDonell R, et al : Paediatric early warning systems for detecting and responding to clinical deterioration in children : a systematic review. *BMJ Open* 7(3) : e014497, 2017.
- 7) Tibballs J, Kinney S, Duke T, et al : Reduction of paediatric in-patient cardiac arrest and death with a medical emergency team : preliminary results. *Arch Dis Child* 90(11) : 1148-1152, 2005.

- 8) Haines C, Perrott M, Weir P : Promoting care for acutely ill children-development and evaluation of a paediatric early warning tool. *Intensive Crit Care Nurs* 22 : 73-81, 2006.
- 9) Brill R, Gibson R, Luria JW, et al : Implementation of a medical emergency team in a large pediatric teaching hospital prevents respiratory and cardiopulmonary arrests outside the intensive care unit. *Pediatr Crit Care Med* 8(3) : 236-246, 2007.
- 10) Sharek PJ, Parast LM, Leong K, et al : Effect of a rapid response team on hospital-wide mortality and code rates outside the ICU in a Children's Hospital. *JAMA* 298(19) : 2267-2274, 2007.
- 11) Hunt EA, Zimmer KP, Rinke ML, et al : Transition from a traditional code team to a medical emergency team and categorization of cardiopulmonary arrests in a children's center. *Arch Pediatr Adolesc Med* 162(2) : 117-122, 2008.
- 12) Tibballs J, Kinney S : Reduction of hospital mortality and of preventable cardiac arrest and death on introduction of a pediatric medical emergency team. *Pediatr Crit Care Med* 10(3) : 306-312, 2009.
- 13) Van Voorhis KT, Willis TS : Implementing a pediatric rapid response system to improve quality and patient safety. *Pediatr Clin North Am* 56(4) : 919-933, 2009.
- 14) Anwar-ul-Haque, Saleem AF, Zaidi S, et al : Experience of pediatric rapid response team in a tertiary care hospital in Pakistan. *Indian J Pediatr* 77(3) : 273-276, 2010.
- 15) Kotsakis A, Lobos AT, Parshuram C, et al : Implementation of a multicenter rapid response system in pediatric academic hospitals is effective. *Pediatrics* 128(1) : 72-78, 2011.
- 16) Bonafide CP, Roberts KE, Priestley MA, et al : Development of a pragmatic measure for evaluating and optimizing rapid response systems. *Pediatrics* 129(4) : e874-881, 2012.
- 17) Sefton G, McGrath C, Tume L, et al : What impact did a Paediatric Early Warning system have on emergency admissions to the paediatric intensive care unit? An observational cohort study. *Intensive Crit Care Nurs* 31(2) : 91-99, 2015. Epub 2014 May 28.
- 18) Kukreti V, Gaitero R, Mohseni-Bod H : Implementation of a pediatric rapid response team : experience of the Hospital for Sick Children in Toronto. *Indian Pediatr* 51(1) : 11-15, 2014.
- 19) Monaghan A : Detecting and managing deterioration in children. *Paediatr Nurs* 17(1) : 32-35, 2005.
- 20) Duncan H, Hutchison J, Parshuram CS : The Pediatric Early Warning System score : a severity of illness score to predict urgent medical need in hospitalized children. *J Crit Care* 21(3) : 271-278, 2006.
- 21) Tucker KM, Brewer TL, Baker RB, et al : Prospective evaluation of a pediatric inpatient early warning scoring system. *J Spec Pediatr Nurs* 14(2) : 79-85, 2009.
- 22) Parshuram CS, Hutchison J, Middaugh K : Development and initial validation of the Bedside Paediatric Early Warning System score. *Crit Care* 13(4) : R135, 2009.
- 23) Edwards ED, Powell CVE, Mason BW, et al : Prospective cohort study to test the predictability of the Cardiff and Vale paediatric early warning system. *Arch Dis Child* 94(8) : 602-606, 2009.
- 24) Demmel KM, Williams L, Flesch L : Implementation of the pediatric early warning scoring system on a pediatric hematology/oncology unit. *J Pediatr Oncol Nurs* 27(4) : 229-240, 2010.
- 25) Akre M, Finkelstein M, Erickson M, et al : Sensitivity of the pediatric early warning score to identify patient deterioration. *Pediatrics* 125(4) : e763-769, 2010.
- 26) Skaletzky SM, Raszynski A, Totapally BR : Validation of a modified pediatric early warning system score : a retrospective case-control study. *Clin Pediatr (Phila)* 51(5) : 431-435, 2012.
- 27) Henderson S : A paediatric early warning scoring system for a remote rural area. *Nurs Child Young People* 24(6) : 23-26, 2012.
- 28) McLellan MC, Connor JA : The Cardiac Children's Hospital Early Warning Score (C-CHEWS). *J Pediatr Nurs* 28(2) : 171-178, 2013.
- 29) McKay H, Mitchell IA, Sinn K, et al : Effect of a multifaceted intervention on documentation of vital signs and staff communication regarding deteriorating paediatric patients. *J Paediatr Child Health* 49(1) : 48-56, 2013.
- 30) Olson D, Davis NL, Milazi R, et al : Development of a severity of illness scoring system (inpatient triage, assessment and treatment) for resource-constrained hospitals in developing countries. *Trop Med Int Health* 18(7) : 871-878, 2013.
- 31) Bonafide CP, Roberts KE, Weirich CM, et al : Beyond statistical prediction : qualitative evaluation of the mechanisms by which pediatric early warning scores impact patient safety. *J Hosp Med* 8(5) : 248-253, 2013.
- 32) Bell D, Mac A, Ochoa Y, et al : The Texas Children's Hospital Pediatric Advanced Warning Score as a predictor of clinical deterioration in hospitalized infants and children : a modification of the PEWS tool. *J Pediatr Nurs* 28(6) : e2-9, 2013.
- 33) Fuijkschot J, Vernhout B, Lemson J, et al : Validation of a Paediatric Early Warning Score : first results and implications of usage. *Eur J Pediatr* 174(1) : 15-21, 2014.
- 34) Ennis L : Paediatric early warning scores on a children's ward : a quality improvement initiative. *Nurs Child Young People* 26(7) : 25-31, 2014.
- 35) Panesar R, Polikoff LA, Harris D, et al : Characteristics and outcomes of pediatric rapid response teams before and after mandatory triggering by an elevated Pediatric Early Warning System (PEWS) score. *Hosp Pediatr* 4(3) : 135-140, 2014.
- 36) Mandell IM, Bynum F, Marshall L, et al : Pediatric Early Warning Score and unplanned readmission to the pediatric intensive care unit. *J Crit Care* 30(5) : 1090-1095, 2015.
- 37) Rahman ZH, Leahy NE, Sessler K, et al : A pilot study to validate the Burn Center Pediatric Early Warning Score Tool in clinical practice. *J Burn Care Res* 37(3) : 160-165, 2016.
- 38) Parshuram CS, Dryden-Palmer K, Farrell C, et al, Canadian Critical Care Trials Group : Evaluating processes of care and outcomes of children in hospital (EPOCH) : study protocol for a randomized controlled trial. *Trials* 16 : 245, 2015.