
Pengukuran Indeks Syok untuk Deteksi Dini Syok Hipovolemik pada Anak dengan Takikardia: telaah terhadap perubahan indeks isi sekuncup

Markus M. Danusantoso, Antonius H. Pudjiadi, Mulyadi M. Djer, Dwi Putro Widodo, Risma K. Kaban, Murti Andriastuti

Departemen Ilmu Kesehatan Anak Fakultas Kedokteran Indonesia/Rumah Sakit Cipto Mangunkusumo, Jakarta

Latar belakang. Syok merupakan gawat darurat yang sering terjadi pada anak dengan manifestasi klinis awal takikardia sebagai kompensasi atas penurunan indeks isi sekuncup (IIS). Indeks syok (rasio laju jantung terhadap tekanan darah sistolik) berhubungan erat dengan IIS pada orang dewasa dan dapat digunakan menilai beratnya syok serta keberhasilan resusitasi cairan secara sederhana dan murah. Hal ini belum pernah dicoba untuk diterapkan pada anak.

Tujuan. Menilai kemampuan indeks syok sebagai deteksi dini syok hipovolemik pada anak dengan takikardia.

Metode. Uji diagnostik dan studi kuasi eksperimental (*the one group pretest-posttest design*) pada anak dengan takikardia yang dilakukan resusitasi cairan. Indeks isi sekuncup diukur dengan alat USCOM (*ultrasound cardiac output monitor*). Indeks syok dan IIS diukur sebelum dan setelah resusitasi cairan. Peningkatan IIS $\geq 10\%$ setelah resusitasi cairan merupakan baku emas keberhasilan resusitasi cairan.

Hasil. Duapuluh delapan (70%) di antara 40 subjek penelitian memiliki IIS rendah dan indeks syok sebelum resusitasi cairan berkisar antara 1,12-2,04. Duabelas (30%) subjek dengan IIS normal dan indeks syok sebelum resusitasi cairan berkisar antara 1,00-1,74. Tidak terbukti terdapat korelasi antara indeks syok dengan IIS sebelum ($p= 0,845$; $r 0,32$) dan setelah resusitasi cairan ($p= 0,112$; $r 0,256$). Penurunan indeks syok optimal setelah resusitasi cairan adalah $\geq 0,02$ (IK 95% 0,504 sampai 0,835) dengan sensitivitas 60,71% dan spesifisitas 66,67%.

Kesimpulan. Pengukuran indeks syok tidak terbukti dapat digunakan untuk deteksi dini syok hipovolemik pada anak dengan takikardia. **Sari Pediatri** 2014;15(5):319-24.

Kata kunci: indeks syok, indeks isi sekuncup, syok hipovolemik, takikardia

Alamat korespondensi:

Dr. Markus M. Danusantoso, Sp.A. Departemen Ilmu Kesehatan Anak FKUI-RSCM Jl. Salemba no.6, Jakarta 10430. Telepon: 08989954359

Syok merupakan suatu keadaan gawat darurat yang sering terjadi pada anak akibat adanya kegagalan sirkulasi dalam memenuhi kebutuhan oksigen dan nutrisi jaringan.¹

Apabila syok tidak ditangani segera akan menimbulkan kerusakan permanen dan bahkan kematian. Oleh karena itu, perlu pemahaman yang baik mengenai syok dan penanganannya guna menghindari kerusakan organ lebih lanjut.

Manifestasi klinis syok diawali dengan penurunan isi sekuncup (*stroke volume*) yang disebabkan oleh berkurangnya *preload*, meningkatnya *afterload*, atau gangguan kontraksi dan laju jantung. Pada populasi anak, biasanya isi sekuncup dinyatakan sebagai nilai indeks terhadap luas permukaan tubuh yaitu indeks isi sekuncup (*stroke volume index*). Takikardia dan vasokonstriksi perifer merupakan mekanisme kompensasi untuk mempertahankan sirkulasi, perfusi jaringan dan tekanan darah.²⁻⁵ Apabila syok berkepanjangan tanpa penanganan yang baik maka mekanisme kompensasi akan gagal mempertahankan curah jantung dan isi sekuncup yang adekuat sehingga menimbulkan gangguan sirkulasi/perfusi jaringan, hipotensi, dan kegagalan organ. Pada keadaan ini kondisi pasien sangat buruk dan tingkat mortalitas sangat tinggi.

Penanganan syok secara dini dimulai dengan resusitasi cairan secepatnya untuk memperbaiki perfusi dan oksigenasi jaringan. Makin lambat syok teratasi, akan memperburuk prognosis pasien.^{2,4-11} Keberhasilan resusitasi cairan dapat dilihat pada keadaan penderita yang lebih stabil, laju jantung normal, dan terdapat peningkatan curah jantung serta isi sekuncup. Apabila syok masih berlanjut, maka selanjutnya perlu diberikan obat pendukung hemodinamik lain (*vasopresor/inotropik*).^{5-9,12} Pemantauan hemodinamik pada pasien syok sangat penting untuk menentukan tindakan koreksi secepatnya sesuai kondisi saat itu. Namun, hal tersebut sangat sulit dilakukan sehingga diperlukan alat pemantau hemodinamik yang dapat bersifat invasif atau non-invasif. Pemantauan hemodinamik secara invasif misalnya dengan PATD (*pulmonary artery thermodilution*) sedang yang termasuk non-invasif seperti dengan USCOM (*ultrasound cardiac output monitoring*).⁴ Pemantauan hemodinamik non-invasif lebih disukai dalam tata laksana syok pada anak.⁴

Ultrasound cardiac output monitoring (USCOM) merupakan sejenis alat pemantau hemodinamik non-invasif yang menggunakan gelombang ultrasonik Doppler untuk mengukur kecepatan aliran darah yang melewati katup aorta atau pulmonal. *Ultrasound cardiac output monitoring* dapat mengukur isi sekuncup (indeks isi sekuncup), laju jantung, curah

jantung, dan tahanan vaskular sistemik (*systemic vascular resistance*).^{13,14} Pemeriksaan USCOM pada keadaan syok menunjukkan IIS yang rendah dan dapat disertai perubahan tahanan vaskular sistemik. Pemberian resusitasi cairan yang efektif dapat terlihat pada pemeriksaan USCOM dengan peningkatan IIS $\geq 10\%$.¹⁰ Namun, semua alat pemantauan hemodinamik tersebut sangat mahal dan pemeriksaan harus dilakukan oleh operator terlatih, sehingga belum banyak rumah sakit yang memilikinya.

Berdasarkan patofisiologi syok dan perubahan hemodinamik, rasio laju jantung terhadap tekanan darah sistolik (LJ/TDS) yang disebut sebagai indeks syok berkorelasi negatif dengan derajat syok yaitu akan meningkat sesuai dengan beratnya syok dan akan menurun seiring dengan perbaikan sirkulasi setelah diberi resusitasi cairan.^{4,5} Pengukuran indeks syok bersifat sangat sederhana, objektif, dan mudah dilakukan. Berbagai penelitian pada orang dewasa mendukung kegunaan indeks syok dalam menilai beratnya syok dan efektivitas tata laksana syok.⁵ Namun, hingga saat ini belum ada penelitian mengenai kegunaan indeks syok pada anak/neonatus yang mengalami kegagalan sirkulasi khususnya dalam hubungannya dengan perubahan indeks isi sekuncup. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan indeks syok dalam mendeteksi syok dini dengan menggunakan pemeriksaan USCOM sebagai baku emas (*gold standard*) untuk menentukan terdapatnya IIS yang rendah.

Metode

Rancangan penelitian berupa uji diagnostik dan studi kuasi eksperimental (*the one group pretest-posttest design*) dari indeks syok (rasio laju jantung terhadap tekanan darah sistolik (LJ/TDS)). Kriteria inklusi adalah semua pasien anak usia 1-12 tahun dengan takikardia. Kriteria eksklusi adalah pasien dengan gangguan jantung/hati/ginjal, kelainan genetik/bawaan, gizi buruk, peningkatan tekanan intrakranial, tanda-tanda *overload* cairan, menggunakan vasopresor atau ventilasi mekanik. Penarikan sampel secara *consecutive sampling*.

Pengukuran laju jantung dan tekanan darah dilakukan peneliti atau perawat penanggungjawab secara manual atau sesuai angka di monitor bilamana tersedia dan diusahakan sedapat mungkin dilakukan

bersamaan. Pemberian resusitasi cairan ringer laktat 20 cc/kg sebanyak 1x dilakukan peneliti atau perawat penanggungjawab dengan alat *infusion pump* selama 10-30 menit. Pengukuran IIS menggunakan USCOM dilakukan peneliti sendiri. Indeks syok dan IIS diukur sebelum dan segera setelah resusitasi cairan. Hipovolemia ditentukan berdasarkan temuan IIS rendah pada USCOM sebelum resusitasi cairan atau terdapat peningkatan IIS $\geq 10\%$ setelah resusitasi cairan.

Uji diagnostik untuk menghitung sensitivitas, spesifisitas, nilai duga positif (NDP), nilai duga negatif (NDN), rasio kemungkinan positif dan negatif (RKP dan RKN). *Area under the curve* (AUC) dan kurva *receiver operating characteristic* (ROC) untuk menentukan nilai sensitivitas dan spesifisitas optimal. Analisis data dengan uji Wilcoxon, uji korelasi Spearman, dan analisis regresi linier untuk data numerik.

Hasil

Terdapat 40 subjek penelitian yang dirawat di bangsal rawat anak, unit perawatan intensif anak, instalasi gawat darurat anak (IGD) Rumah Sakit Cipto Mangunkusumo pada periode 15 Juni – 15 September 2012 dengan median usia 8 tahun (1-12 tahun). Diagnosis utama terbanyak, yaitu sepsis (n=26;

65%) dan keganasan (n= 9; 28%). Hasil pemeriksaan USCOM menunjukkan 28 (70%) memiliki IIS rendah dan 12 (30%) subjek memiliki IIS normal (Tabel 1).

Tabel 2. Indeks syok (IS) sebelum resusitasi cairan dan indeks isi sekuncup (n=40)

No	Usia (tahun)	Jenis kelamin	IS sebelum resusitasi cairan	IIS rendah (USCOM)
1	1	laki - laki	1.61	ya
2	12	laki - laki	1.00	tidak
3	2	perempuan	1.66	ya
4	8	perempuan	1.61	ya
5	2	perempuan	1.74	tidak
6	8	laki - laki	1.49	tidak
7	8	perempuan	1.20	tidak
8	11	perempuan	1.26	tidak
9	2	laki - laki	1.69	tidak
10	11	perempuan	1.12	ya
11	7	perempuan	1.19	ya
12	3	laki - laki	1.66	ya
13	1	laki - laki	2.04	ya
14	3	laki - laki	1.90	ya
15	2	laki - laki	1.67	ya
16	3	laki - laki	1.86	ya
17	12	perempuan	1.25	tidak
18	8	perempuan	1.73	ya
19	8	perempuan	1.85	ya
20	8	perempuan	1.51	ya
21	6	laki - laki	1.22	ya
22	8	perempuan	1.77	tidak
23	8	perempuan	1.34	ya
24	2	laki - laki	1.74	tidak
25	8	perempuan	1.59	ya
26	8	perempuan	1.24	ya
27	8	perempuan	1.28	ya
28	8	perempuan	1.34	tidak
29	7	laki - laki	1.27	tidak
30	8	perempuan	1.51	ya
31	8	perempuan	1.36	tidak
32	8	perempuan	1.21	ya
33	9	laki - laki	1.63	ya
34	8	perempuan	1.18	ya
35	11	laki - laki	1.32	ya
36	11	laki - laki	1.12	ya
37	3	perempuan	1.43	ya
38	11	laki - laki	1.38	ya
39	2	laki - laki	1.66	ya
40	8	perempuan	1,50	ya

Tabel 1. Karakteristik populasi penelitian secara umum

Variabel	n=40
Usia (tahun), <i>median (range)</i>	8 (1-12)
Jenis kelamin (%)	
Laki-laki	17 (42,5)
Perempuan	23 (57,5)
Status gizi (%)	
Kurang	28 (70)
Baik	12 (30)
Diagnosis utama (%)	
Sepsis	26 (65)
Keganasan	9 (22,5)
Diare akut dehidrasi ringan sedang	3 (7,5)
Pasca operasi	1 (2,5)
Anemia aplastik	1 (2,5)
Hasil pemeriksaan USCOM (%)	
Indeks isi sekuncup rendah	28 (70)
Indeks isi sekuncup normal	12 (30)

Indeks syok sebelum resusitasi cairan pada subjek dengan IIS rendah menurut USCOM berkisar antara 1,12–2,04. Indeks syok sebelum resusitasi cairan pada subjek dengan IIS normal menurut USCOM berkisar antara 1,00–1,74 (Tabel 2). Indeks syok tidak menurun secara bermakna ($p=0,446$) setelah pemberian cairan (Tabel 3).

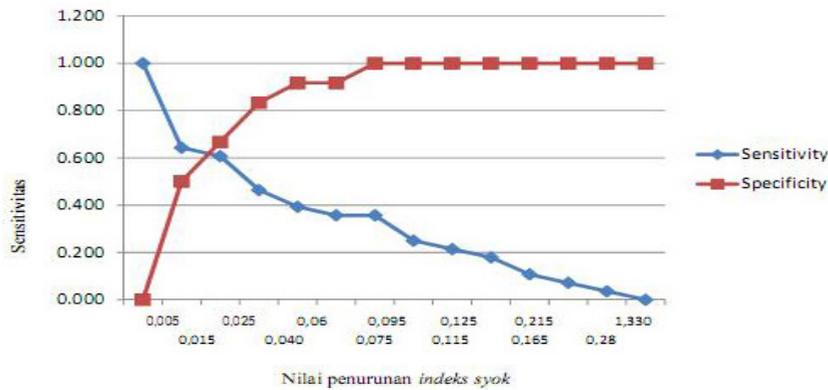
Resusitasi cairan dianggap menimbulkan respon bermakna apabila terdapat peningkatan IIS $\geq 10\%$ (baku emas) dan penurunan indeks syok. Dengan menggunakan metode *Receiver Operating Characteristic* (ROC) diperoleh titik potong sensitivitas dan spesifisitas optimal pada nilai penurunan indeks syok

0,02 (IK 95% 0,504 sampai 0,835) dengan sensitivitas 60,71% dan spesifisitas 66,67% (Gambar 1), nilai duga positif (NDP) 80,95% dan nilai duga negatif (NDN) 42,11% (Tabel 4).

Indeks syok sebelum resusitasi cairan mempunyai korelasi lemah terhadap indeks isi sekuncup ($p=0,845$; $r=0,32$). Indeks syok setelah resusitasi cairan mempunyai korelasi sangat lemah terhadap isi sekuncup ($p=0,992$; $r=0,002$). Penurunan indeks syok $\geq 0,02$ setelah resusitasi cairan mempunyai korelasi lemah terhadap peningkatan IIS $\geq 10\%$ ($p=0,112$; $r=0,256$) dan tidak dapat memprediksi besar peningkatan IIS (p ANOVA 0,163; *adjusted R square* 2,5%).

Tabel 3. Perubahan nilai indeks syok setelah resusitasi cairan

Variabel	Challenge cairan		P
	Sebelum	Setelah	
Indeks syok–Median (Minimum-maksimum)	1,495 (1,0-2,04)	1,43 (1,0-1,92)	0,446



Gambar 1. Kurva titik potong sensitivitas spesifisitas nilai penurunan indeks syok terhadap respon resusitasi cairan

Tabel 4. Uji diagnostik penurunan indeks syok

Variabel	Respon cairan		Sensitivitas (%)	Spesifisitas (%)	NDP (%)	NDN (%)	RKP	RKN
	Ya (n)	Tidak (n)						
IS $\geq 0,02$								
Ya (n)	17	4	60,71	66,67	80,95	42,11	1,82	0,59
Tidak (n)	11	8						

NDP (nilai duga positif)

NDN (nilai duga negatif)

RKP (rasio kemungkinan positif)

RKN (rasio kemungkinan negatif)

Pembahasan

Keterbatasan penelitian kami adalah peneliti tidak melakukan evaluasi hubungan indeks syok dengan parameter hemodinamik lainnya (tahanan vaskular sistemik dan curah jantung) atau hubungan dan kontribusi berbagai faktor lain penyebab takikardia, seperti nyeri, stres, ansietas, dan demam. Peneliti juga tidak membedakan jenis syok yang dialami subjek penelitian dan tidak fokus pada kelompok usia tertentu. Penurunan indeks syok setelah resusitasi cairan pada penelitian ini adalah tidak bermakna yang mungkin dapat disebabkan oleh semua faktor tersebut. Hingga kini peneliti belum menemukan adanya penelitian indeks syok pada anak sehingga peneliti tidak dapat memperoleh referensi nilai *cut-off* indeks syok yang menunjukkan IIS rendah menurut kelompok usia anak.

Jumlah alat monitor hemodinamik di IGD dan bangsal perawatan anak sangat terbatas dan tidak terus menerus digunakan pada satu pasien yang sama sehingga pengukuran laju jantung dan tekanan darah pada subjek penelitian yang dirawat di kedua unit perawatan tersebut dilakukan secara manual dan belum tentu dilakukan pada saat bersamaan. Hal tersebut berpotensi menimbulkan bias pengukuran dan dapat memengaruhi perhitungan indeks syok.

Pada penelitian kami ditemukan indeks syok sebelum resusitasi cairan tidak mampu menunjukkan terdapatnya IIS yang rendah. Hal tersebut sangat mungkin dipengaruhi oleh variasi normal laju jantung dan tekanan darah sistolik anak sesuai kelompok usianya serta berbagai faktor lain penyebab takikardia seperti nyeri, stres, ansietas, dan demam. Sesuai dengan laporan Wo dkk¹⁵ yang menemukan bahwa laju jantung dan tekanan darah tidak dapat diandalkan (*unreliable*) dalam memprediksi besar curah jantung (indeks jantung) setelah resusitasi cairan pada pasien dewasa yang mengalami penyakit kritis (61 pasien kecelakaan berat dan 163 pasien pasca-operasi). Penelitian Rady dkk¹⁶ juga menemukan bahwa peningkatan saturasi oksigen vena sentral (ScvO₂) setelah tindakan resusitasi pada 36 pasien dewasa yang mengalami penyakit kritis ternyata belum tentu diikuti dengan perbaikan laju jantung, tekanan darah, maupun indeks syok.

Penelitian ini menunjukkan bahwa penurunan indeks syok $\geq 0,02$ kurang sensitif dan kurang spesifik (sensitivitas 60,71%, spesifisitas 66,67%, AUC 0,504 sampai 0,835) untuk mendeteksi terdapatnya IIS yang

rendah pada pasien anak. Berbagai penelitian pada subjek dewasa pada umumnya menggunakan *cut-off* indeks syok absolut $>0,9$ (bukan penurunan indeks syok) yang secara klinis sangat bermakna hubungannya dengan berkurangnya fungsi jantung, terjadinya iskemik global, dan meningkatnya mortalitas.¹⁷ Hal tersebut seperti penelitian Rady dkk¹⁷ pada 275 pasien dewasa dengan penyakit kritis yang menunjukkan bahwa indeks syok $>0,9$ memiliki spesifisitas tinggi (96%) dan sensitivitas rendah (25%) dalam menentukan prognosis pasien. Penelitian lain oleh Birkhahn dkk¹⁸ mengenai indeks syok dalam mendeteksi kejadian ruptur kehamilan ektopik pada 280 ibu hamil trimester pertama ternyata menunjukkan indeks syok $>0,85$ memiliki spesifisitas tinggi (97%) dan sensitivitas rendah (40%). Paladino dkk¹⁹ yang meneliti indeks syok untuk identifikasi jejas mayor dan minor pada 1435 pasien dewasa dengan trauma, menemukan indeks syok $\geq 0,9$ memiliki spesifisitas tinggi (92%) dan sensitivitas rendah (24%).

Kesimpulan

Indeks syok tidak mampu mendeteksi syok dini pada pasien anak dengan takikardia.

Daftar pustaka

1. Frankel LR, Kache S. Shock. Dalam: Kliegman RM, Behrman RE, Jenson HD, Stanton BF, penyunting. Nelson textbook of pediatrics. Edisi ke 18. Philadelphia: W.B. Saunders Company; 2007. h.413-20.
2. McNutt S, Denninghoff KR, Temdrup T. Shock: rapid recognition and appropriate ED intervention. Emerg Med Pract 2000;2:1-24.
3. McKiernan CA, Lieberman SA. Circulatory shock in children: an overview. Pediatr Rev 2005;26:451-9.
4. Bierley J, Carcillo JA, Choong K, Cornell T, DeCaen A, Deymann A, et al. Clinical practice parameters for hemodynamic support of pediatric and neonatal septic shock: 2007 update from the American College of Critical Care Medicine. Crit Care Med 2009;37:666-85.
5. Carcillo JA, Wheeler DS, Kooy NW, Shanley TP. Shock: an overview. Dalam: Wheeler DS, Wong HR, Shanley TP, penyunting. Resuscitation and stabilization of the critically ill child. London: Springer-Verlag Limited;

2009. h.89-113.
6. Yager P, Noviski N. Shock. *Pediatr Rev* 2010;31:311-9.
 7. Arikan AA, Citak A. Pediatric shock. *Signa Vitae*. 2008;3:13-23.
 8. Ellender TJ, Skinner JC. The use of vasopressors and inotropes in the emergency medical treatment of shock. *Emerg Med Clin N Am* 2008;26:759-86.
 9. Kissoon N, Orr RA, Carcillo JA. Updated American College of Critical Care Medicine – Pediatric Advanced Life Support guidelines for management of pediatric and neonatal septic shock – relevance to the emergency care physician. *Pediatr Emerg Care* 2010;26:867-9.
 10. Lemson J, Nusmeler A. Advanced hemodynamic monitoring in critically ill children. *Pediatrics* 2011;128:560-71.
 11. Han YY, Carcillo JA, Dragotta MA, Bills DM, Watson RS, Westerman ME, et al. Early reversal of pediatric-neonatal septic shock by community physicians is associated with improved outcome. *Pediatrics* 2003;112:793-9.
 12. Park MK. *Pediatric cardiology for practitioners*. Edisi ke – 5. Philadelphia: Mosby Elsevier; 2008. h.558-74.
 13. Cattermole GN, Leung M, Mak PS, Chan S, Graham CA, Rainer TH. The normal ranges of cardiovascular parameters in children measured using the ultrasonic cardiac output monitor. *Crit Care Med* 2010;38:1875-81.
 14. Smith BE. The USCOM and hemodynamics. (Diakses tanggal 20 April 2012). Diunduh dari: <http://www.learnhemodynamics.com/hemo/sv.htm>.
 15. Wo CC, Shoemaker WC, Appel PL, Bishop MH, Kram HB, Hardin E. Unreliability of blood pressure and heart rate to evaluate cardiac output in emergency resuscitation and critical illness. *Crit Care Med* 1993;21:218-23.
 16. Rady MY, Rivers EP, Nowak RM. Resuscitation of the critically ill in the ED: responses of blood pressure, heart rate, shock index, central venous oxygen saturation, and lactate. *Am J Emerg Med* 1996;14:218-25.
 17. Rady MY, Smithline HA, Blake H, Nowak R. A comparison of the shock index and conventional vital signs to identify acute, critical illness in the emergency department. *Ann Emerg Med* 1994;24:685-90.
 18. Birkhahn RH, Gaeta TJ, Bei R, Bove JJ. Shock index in the first trimester of pregnancy and its relationship to ruptured ectopic pregnancy. *Acad Emerg Med* 2002;9:115-20.
 19. Paladino L, Subramanian RA, Nabors S, Sinert R. The utility of shock index in differentiating major from minor injury. *Eur J Emerg Med* 2011;18:94-9.