

## Tren Kehilangan Darah dalam 24 Jam Pertama Pascasalin

Siska Febrina Fauziah,<sup>1</sup>Ageng Septa Rini<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Pendidikan Profesi Bidan Program Profesi, Departemen Kebidanan  
Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Indonesia Maju

<sup>2</sup>Program Studi Kebidanan Program Sarjana Terapan, Departemen Kebidanan  
Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Indonesia Maju

Jln. Harapan no.50, Lenteng Agung Jakarta Selatan 12610

Telp: (021) 78894045. Email : siskafauziah321@gmail.com, septariniageng@yahoo.co.id

### Abstrak

Risiko kematian ibu akibat perdarahan pascasalin dapat dikurangi dengan penanganan yang cepat dan tepat. Sayangnya, penentuan diagnosis perdarahan pascasalin belum terstandar. Hal tersebut menyebabkan tidak adanya kejelasan apakah volume darah yang hilang dihitung hanya ketika terjadi perdarahan masif atau dihitung sampai pertolongan persalinan selesai saja, atau dilakukan perhitungan akumulasi volume darah dalam kurun waktu tertentu. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tren kehilangan darah dalam 24 jam pertama pascasalin. Studi observasional dilakukan pada 120 responden untuk mengukur volume kehilangan darah pada persalinan pervaginam dengan metode gravimetrik. Pengukuran dilakukan segera setelah pertolongan persalinan, 2 jam pascasalin, 6 jam pascasalin dan setiap 6 jam sampai 24 jam pertama pascasalin. Hasil penelitian menunjukkan sebagian besar ibu bersalin kehilangan darah dalam batas normal. Tren kehilangan volume darah menunjukkan bahwa volume darah menurun drastis mulai pengukuran kedua dan cenderung konsisten atau menurun secara bertahap sampai pengukuran terakhir dengan kisaran pertambahan volume darah rata-rata 8,14 – 39,03 mL. Dalam penelitian ini, sebanyak 8,33% responden mengalami perdarahan pascasalin yang terjadi pada rentang waktu observasi tanpa menunjukkan tanda gejala syok sehingga tidak menimbulkan kecurigaan. Oleh karena itu, observasi perdarahan selama 24 jam penuh perlu dilakukan untuk mendeteksi dini terjadinya perdarahan pascasalin.

**Kata kunci** : Metode gravimetrik, perdarahan pascasalin, persalinan pervaginam, tren kehilangan darah, volume darah.

### Abstract

*The risk of maternal death due to postpartum hemorrhage can be reduced by appropriate treatment. Unfortunately, there is a lack of standard to determine postpartum hemorrhage diagnosis. It remains unclear whether blood volume is only calculated when massive bleeding occurs or until delivery assistance is complete or accumulated within a certain period of time. This study aims to determine the bleeding volume in the first 24 hours after birth. An observational study was conducted on 120 respondents to measure bleeding volume in vaginal delivery using gravimetric method. Measurements were made immediately after delivery, 2 hours postpartum, 6 hours postpartum and every 6 hours to the first 24 hours after birth. The results showed that most of the respondents had blood loss within normal limits. The trend of blood volume loss showed that blood volume decreased drastically from the second measurement and decreased gradually until the last measurement with a mean increase in blood volume of 8,14 – 39,03 mL. In this study, 8,33% of respondents experienced postpartum hemorrhage that occurred during the observation period without showing any signs of shock symptoms. Therefore, observation of blood loss during the first 24 hours after birth is needed for early detection of postpartum hemorrhage.*

**Keywords** : Blood volume, gravimetric method, postpartum hemorrhage, trend of blood loss, vaginal delivery

## Pendahuluan

Sekitar 830 wanita meninggal dunia karena komplikasi kehamilan dan persalinan setiap harinya<sup>1</sup>. Hampir semua kematian ibu tersebut terjadi di negara-negara berkembang dan kebanyakan merupakan kematian yang dapat dicegah. Salah satu penyebab langsung kematian ibu terbanyak adalah perdarahan obstetrik dengan insiden 27,1%, di mana hampir tiga per empatnya terjadi pada masa postpartum<sup>2</sup>. Sekalipun ibu tidak meninggal akibat perdarahan, kehilangan darah yang tidak memperoleh penanganan adekuat dapat menimbulkan efek morbiditas yang cukup fatal<sup>3,4</sup>.

Sebagian kasus perdarahan dapat menyebabkan cacat menetap berupa hilangnya uterus akibat histerektomi<sup>5</sup>. Histerektomi menyebabkan hilangnya kesuburan pada usia yang relatif masih produktif sehingga dapat menimbulkan konsekuensi sosial dan psikologis<sup>6</sup>. Perdarahan pascasalin juga dapat menyebabkan ibu mengalami anemia yang dapat berdampak pada perasaan lelah dan kurang-mampuan ibu dalam merawat dirinya sendiri, menyusui bayinya dan merawat keluarganya<sup>7,8</sup>. Anemia juga akan membuat ibu berisiko untuk menerima transfusi darah, rentan terkena infeksi, terjadi penurunan kemampuan kognitif, ketidakstabilan emosi dan depresi postpartum, serta penurunan kualitas produksi ASI dan kegagalan menyusui secara eksklusif<sup>3,9,10</sup>.

Dalam kehamilan berikutnya, ibu yang mengalami anemia postpartum berpeluang lebih tinggi untuk mengalami abortus spontan, prematuritas, hipoksia intrauterin, retardasi pertumbuhan intrauterin, dan perdarahan pascasalin yang mengancam nyawa<sup>11</sup>. Selain itu, perdarahan pascasalin yang masif juga dapat mengakibatkan nekrosis lobus anterior hipofisis yang menyebabkan *Sindroma Sheehan's*. Nekrosis kelenjar hipofisis ini dapat mempengaruhi fungsi endokrin yang akan mengakibatkan kegagalan laktasi dan penuaan dini<sup>4</sup>.

Mengingat besarnya dampak perdarahan pascasalin, penentuan diagnosis perdarahan pascasalin menjadi sedemikian penting karena akan menentukan intervensi medis yang berpengaruh terhadap kesehatan ibu<sup>12,13</sup>.

Sayangnya, penentuan diagnosis perdarahan pascasalin tersebut sampai saat ini masih belum terstandar<sup>14</sup>. Definisi perdarahan pascasalin didasarkan pada dua indikator umum, yakni indikator volume dan waktu. Ibu didiagnosis mengalami perdarahan pascasalin ketika kehilangan darah lebih dari 500 mL pada persalinan pervaginam dalam 24 jam pertama pascasalin<sup>15</sup>.

Penelitian tentang perdarahan pascasalin umumnya terfokus pada akurasi metode pengukuran yang digunakan dan pengukurannya dilakukan segera setelah pertolongan persalinan atau paling tidak sampai 2 jam pascasalin saja. Belum ada kejelasan apakah volume darah yang hilang hanya dihitung ketika terjadi perdarahan masif atau dihitung sampai pertolongan persalinan selesai saja atau dilakukan perhitungan akumulasi volume darah dalam kurun waktu tertentu. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui volume perdarahan dalam 24 jam pertama pascasalin sehingga dapat diketahui lama waktu aktual untuk melakukan observasi perdarahan pascasalin.

## Metode

Penelitian ini didanai oleh Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi. Penelitian ini juga telah disetujui oleh Komite Etik Penelitian Kesehatan Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Indonesia Maju (STIKIM) sebagaimana tersurat dalam Surat Keterangan Kelayakan Etik Penelitian Nomor 2119/ SKet/ Ka-Dept/ RE/ STIKIM/ II/ 2020. Studi observasional dilakukan untuk mengukur volume perdarahan pada persalinan pervaginam pada bulan April – Oktober 2020 di Klinik Umum dan Rumah Bersalin 24 Jam Rizky Anugerah.

Media penyerap darah yang digunakan dalam penelitian ini adalah *underpad* ukuran 60 x 90 cm dan pembalut nifas ukuran 45 cm. *Underpad* ditempatkan di bawah bokong ibu segera setelah bayi lahir untuk mencegah tercampurnya darah dengan cairan ketuban. Sementara pembalut digunakan untuk observasi berikutnya. Untuk mencegah tercampurnya darah dengan cairan tubuh lain dalam pembalut, ibu diminta untuk berkemih ke kamar mandi dan mengeringkan area vulva

sebelum mengenakan pembalut. Volume perdarahan diukur dengan metode gravimetri yang didasarkan pada hasil pengurangan berat media penyerap darah sebelum dan sesudah penggunaan dalam kurun waktu tertentu. Selisih yang diperoleh menunjukkan volume perdarahan, di mana 1 gram setara dengan 1 mL<sup>16</sup>. Pengukuran dilakukan sebanyak 6 kali, yakni segera setelah pertolongan persalinan, 2 jam pascasalin, 6 jam pascasalin dan setiap 6 jam sampai 24 jam pertama pascasalin. Data yang diperoleh dalam penelitian ini diolah dengan menggunakan analisis deskriptif.

### Hasil

Sebanyak 120 dari 136 ibu bersalin pada bulan April – Oktober 2020 di Klinik Umum dan Rumah Bersalin 24 Jam Rizky Anugerah memenuhi kriteria untuk menjadi responden dalam penelitian ini. Enam belas ibu bersalin dikeluarkan sebagai subjek penelitian karena empat orang memerlukan rujukan, empat orang darahnya bercampur dengan urine yang dapat menimbulkan bias data, dan delapan orang lainnya pulang sebelum selesai diobservasi 24 jam sehingga data tidak lengkap.

Responden dalam penelitian ini sebagian besar berusia 20 – 35 tahun (81,6%) dengan usia kehamilan 37 – 40 minggu (95,4%). Sebanyak 62,1% responden merupakan ibu multipara dan 37,9% lainnya merupakan ibu primipara. Tidak ada yang memiliki riwayat perdarahan pada persalinan sebelumnya. Rata-rata TFU responden dalam penelitian ini adalah 30,6 cm dengan penambahan berat badan rata-rata 10,2 kg selama kehamilan. Setelah dilakukan pertolongan persalinan, diketahui bahwa rata-rata diameter plasenta adalah 19,72 cm dan sebanyak 83,9% responden mengalami laserasi jalan lahir (24,7% grade 1 dan 75,3% grade 2).

Hasil pengukuran volume perdarahan dalam 24 jam pertama pascasalin dapat dilihat pada **Tabel 1**. Berdasarkan hasil observasi, rata-rata volume perdarahan pada pengukuran pertama adalah 212,02 mL dan mencapai 251,04 mL pada akhir kala IV. Sementara total volume perdarahan dalam 24 jam pertama pascasalin rata-rata adalah 320,52 mL.

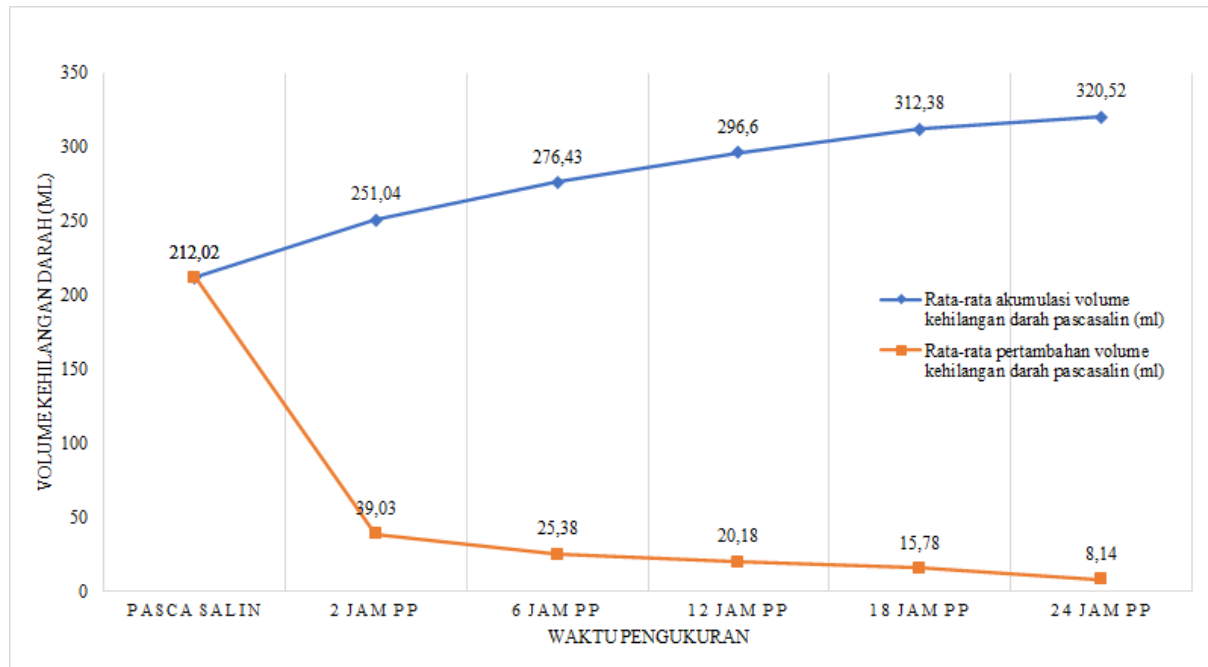
**Tabel 1.** Volume kehilangan darah dalam 24 jam pertama pascasalin (n = 120)

| Waktu Observasi                       | Volume kehilangan darah (mL) |           |
|---------------------------------------|------------------------------|-----------|
|                                       | Mean $\pm$ SD                | Min - Max |
| Segera setelah pertolongan persalinan | 212,02 $\pm$ 107,26          | 51 – 587  |
| 2 jam pascasalin                      | 251,04 $\pm$ 109,26          | 91 – 636  |
| 6 jam pascasalin                      | 276,43 $\pm$ 112,37          | 107 – 683 |
| 12 jam pascasalin                     | 296,60 $\pm$ 115,13          | 122 – 716 |
| 18 jam pascasalin                     | 312,38 $\pm$ 118,70          | 133 – 747 |
| 24 jam pascasalin                     | 320,52 $\pm$ 122,52          | 136 – 774 |

Volume perdarahan masing-masing responden sangat bervariasi. Seorang ibu bersalin dapat mengalami kehilangan darah sangat sedikit atau bahkan sangat banyak. Hal ini dapat terlihat dari *range* volume perdarahan yang cukup lebar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 8,33% responden mengalami perdarahan pascasalin yang terjadi dalam rentang waktu 24 jam pertama pascasalin yang 40%-nya terdeteksi setelah 6 jam pascasalin. Meskipun demikian, tidak ada satupun responden yang menunjukkan gangguan fisiologis berupa tanda gejala syok hipovolemia.

Segera setelah pertolongan persalinan selesai, sebagian besar ibu bersalin kehilangan darah dalam batas normal. Hanya tiga responden yang mengalami kehilangan darah > 500 mL karena perlu dilakukan tindakan manual plasenta atas indikasi tali pusat putus. Di akhir kala IV, jumlah responden yang mengalami perdarahan bertambah tiga orang dan tiga responden lainnya terdeteksi mengalami kehilangan darah > 500 mL pada 12 jam pascasalin sebanyak dua orang dan satu orang pada 18 jam pascasalin. Dengan demikian, total responden yang mengalami perdarahan pascasalin menjadi 10 orang.

Rata-rata akumulasi dan penambahan volume kehilangan darah selama rentang waktu observasi ditunjukkan pada **Gambar 1**.



**Gambar 1.** Tren volume kehilangan darah dalam 24 jam pertama pascasalin

Berdasarkan hasil pengamatan, responden yang mengalami perdarahan cenderung kehilangan darah > 380 mL segera setelah pertolongan persalinan selesai. Dari segi pola pertambahan volume kehilangan darah setiap interval waktu observasi, terdapat suatu keteraturan di mana volume darah akan menurun drastis mulai pengukuran kedua dan cenderung konsisten atau menurun secara bertahap sampai pengukuran terakhir dengan kisaran pertambahan volume darah rata-rata 8,14 – 39,03 mL. Rata-rata pertambahan volume darah dari akhir kala IV sampai 24 jam pertama pascasalin adalah 108,50 mL. Namun, pada beberapa responden terjadi kenaikan pertambahan volume perdarahan pada interval waktu observasi tertentu sehingga pertambahan volume kehilangan darah dapat melebihi nilai rata-rata tersebut.

### Pembahasan

Perdarahan pascasalin didefinisikan sebagai kehilangan darah lebih dari 500 mL dalam 24 jam pertama pascasalin pada persalinan pervaginam<sup>15</sup>. Perdarahan pada proses persalinan ini terjadi ketika plasenta terlepas dari tempat implantasinya yang menyebabkan terbukanya pembuluh darah di area tersebut. Proses pelepasan plasenta ini diikuti dengan involusi uteri yang ditandai dengan adanya kontraksi uterus. Kontraksi

uterus membuat pembuluh-pembuluh darah pada bekas implantasi plasenta menutup. Hal inilah yang dapat menjelaskan mengapa volume kehilangan darah menurun drastis di akhir kala IV<sup>17</sup>. Banyaknya volume kehilangan darah setelah pertolongan persalinan juga dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti laserasi jalan lahir, komplikasi persalinan, kontraksi uterus, status gizi ibu dan faktor hormonal<sup>18</sup>. Oleh karena itu, volume perdarahan masing-masing responden bisa sangat bervariasi.

Observasi perdarahan dalam 24 jam pertama pascasalin penting untuk dilakukan karena perdarahan pascasalin tidak selalu terjadi sekaligus dalam jumlah banyak tetapi juga dapat terjadi sedikit demi sedikit yang jumlahnya terkadang tidak menimbulkan kecurigaan<sup>19</sup>. Hal ini terbukti dengan hasil pengukuran metode gravimetrik yang menunjukkan dari 10 responden yang mengalami perdarahan pascasalin, hanya tiga responden yang mengalami perdarahan segera setelah pertolongan persalinan selesai. Tujuh responden lainnya diketahui mengalami kehilangan darah > 500 mL pada interval waktu observasi dalam 24 jam pertama pascasalin tanpa disertai tanda dan gejala yang mengarah pada kasus perdarahan.

Perdarahan normal dapat menjadi

perdarahan abnormal dan seringkali tidak disadari sehingga dokumentasi yang tidak adekuat dapat menimbulkan konsekuensi medikolegal yang potensial<sup>19</sup>. Sayangnya, observasi dan perhitungan akumulasi volume kehilangan darah hanya dilakukan sampai akhir kala IV sehingga tidak ada catatan berkala untuk memantau volume kehilangan darah dalam 24 jam pertama pascasalin. Diagnosis perdarahan masih didasarkan pada volume perdarahan segera setelah pertolongan persalinan selesai saja sehingga ibu yang mengalami perdarahan dalam interval waktu observasi berisiko untuk tidak mendapatkan penanganan yang adekuat. Risiko ini semakin meningkat dengan keadaan umum ibu yang cenderung stabil sekalipun telah kehilangan darah lebih dari 500 mL.

Hal ini sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya yang menjelaskan bahwa diagnosis perdarahan pascasalin mungkin tidak ditegakkan sampai ibu menunjukkan tanda gejala yang jelas, seperti kehilangan kesadaran, di mana upaya penanganan sudah sangat terlambat. Tanda-tanda vital yang diperiksa selama persalinan tidak dapat dijadikan sebagai dasar penegakkan diagnosa sampai ibu kehilangan darah > 1500 mL<sup>19,20</sup>. Selain itu, mekanisme kompensasi fisiologis kehamilan dan pascasalin dapat menyamarkan proses dekompensasi yang tengah berlangsung hingga ibu jatuh pada kondisi syok hipovolemik yang lebih berat<sup>19,21</sup>.

### Kesimpulan

Perdarahan pascasalin tidak hanya terjadi segera setelah persalinan selesai saja tetapi juga dapat terjadi pada rentang waktu observasi tanpa menunjukkan tanda gejala syok sehingga tidak menimbulkan kecurigaan. Perdarahan pascasalin dalam penelitian ini terjadi pada ibu yang kehilangan darah > 380 mL segera setelah pertolongan persalinan selesai. Rata-rata penambahan volume darah dari akhir kala IV sampai 24 jam pertama pascasalin adalah 108,50 mL. Namun, pada beberapa responden terjadi kenaikan penambahan volume perdarahan pada interval waktu observasi tertentu sehingga penambahan volume kehilangan darah dapat melebihi nilai rata-rata tersebut.

### Saran

Observasi volume kehilangan darah selama 24 jam penuh perlu dilakukan untuk mendeteksi dini terjadinya perdarahan pascasalin. Perumusan definisi perdarahan pascasalin juga perlu ditinjau kembali untuk menentukan tata laksana penanganan perdarahan pascasalin yang diperlukan.

### Daftar Pustaka

1. WHO. Maternal Mortality Rate [Internet]. 2020. Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/maternal-mortality>
2. Pasha O, McClure EM, Saleem S, Tikmani SS, Lokangaka A, Tshetu A, et al. A prospective cause of death classification system for maternal deaths in low and middle-income countries: results from the Global Network Maternal Newborn Health Registry. *BJOG An Int J Obstet Gynaecol* [Internet]. 2018 Aug 1;125(9):1137–43. Available from: <https://doi.org/10.1111/1471-0528.15011>
3. Kaplan O, Wainstock T, Sheiner E, Staretz-Chacham O, Walfisch A. Maternal anemia and offspring failure to thrive – results from a large population-based cohort. *J Matern Neonatal Med* [Internet]. 2019 Dec 17;1–7. Available from: <https://doi.org/10.1080/14767058.2019.1702018>
4. Karaca Z, Laway BA, Dokmetas HS, Atmaca H, Kelestimur F. Sheehan syndrome. *Nat Rev Dis Prim* [Internet]. 2016;2(1):1–15. Available from: <https://www.nature.com/articles/nrdp201692>
5. Sebhathi M, Chandharan E. An update on the risk factors for and management of obstetric haemorrhage. *Women's Heal* [Internet]. 2017 Jul 6;13(2):34–40. Available from: <https://doi.org/10.1177/1745505717716860>
6. Krishnasamy T. Systematic Perioperative Instruction and Anxiety in Hysterectomy Women. *Int J Obstet Perinat Neonatal Nurs*. 2016;2(2):7–11.
7. POGI Himpunan Kedokteran Feto Maternal. Perdarahan Pasca-Salin. Pedoman Nas Pelayanan Kedokt POGI. 2016;
8. Medina Garrido C, León J, Romaní Vidal A. Maternal anaemia after delivery: prevalence and risk factors. *J Obstet Gynaecol (Lahore)* [Internet]. 2018 Jan 2;38(1):55–9. Available from: <https://doi.org/10.1080/01443615.2017.1328669>
9. Horie S, Nomura K, Takenoshita S, Nakagawa J, Kido M, Sugimoto M. A relationship

- between a level of hemoglobin after delivery and exclusive breastfeeding initiation at a baby friendly hospital in Japan. *Environ Health Prev Med* [Internet]. 2017;22(1):40. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1186/s12199-017-0650-7>
10. Drayton BA, Patterson JA, Nippita TA, Ford JB. Red blood cell transfusion after postpartum haemorrhage and breastmilk feeding at discharge: A population-based study. *Aust New Zeal J Obstet Gynaecol*. 2016;56(6):591–8.
  11. Chu F-C, Shen-Wen Shao S, Lo L-M, Hsieh T-T, Hung T-H. Association between maternal anemia at admission for delivery and adverse perinatal outcomes. *J Chinese Med Assoc* [Internet]. 2020;83(4). Available from: [https://journals.lww.com/jcma/Fulltext/2020/04000/Association\\_between\\_maternal\\_anemia\\_at\\_admission.16.aspx](https://journals.lww.com/jcma/Fulltext/2020/04000/Association_between_maternal_anemia_at_admission.16.aspx)
  12. Atukunda EC, Mugenyi GR, Obua C, Atuhumuza EB, Musinguzi N, Tornes YF, et al. Measuring post-partum haemorrhage in low-resource settings: the diagnostic validity of weighed blood loss versus quantitative changes in hemoglobin. *PLoS One*. 2016;11(4):e0152408.
  13. Wilcox L, Ramprasad C, Gutierrez A, Oden M, Richards-Kortum R, Sangi-Haghpeykar H, et al. Diagnosing postpartum hemorrhage: a new way to assess blood loss in a low-resource setting. *Matern Child Health J* [Internet]. 2017;21(3):516–23. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10995-016-2135-5>
  14. Serapio ET, Pearlson GA, Drey EA, Kerns JL. Estimated versus measured blood loss during dilation and evacuation: an observational study. *Contraception* [Internet]. 2018;97(5):451–5. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0010782418300283>
  15. Borovac-Pinheiro A, Pacagnella RC, Cecatti JG, Miller S, El Ayadi AM, Souza JP, et al. Postpartum hemorrhage: new insights for definition and diagnosis. *Am J Obstet Gynecol* [Internet]. 2018;219(2):162–8. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0002937818302941>
  16. Wisner K. Measuring Blood Loss in Obstetric Hemorrhage. *MCN Am J Matern Nurs* [Internet]. 2020;45(3). Available from: [https://journals.lww.com/mcnjournal/Fulltext/2020/05000/Measuring\\_Blood\\_Loss\\_in\\_Obstetric\\_Hemorrhage.8.aspx](https://journals.lww.com/mcnjournal/Fulltext/2020/05000/Measuring_Blood_Loss_in_Obstetric_Hemorrhage.8.aspx)
  17. Begley CM, Gyte GML, Devane D, McGuire W, Weeks A, Biesty LM. Active versus expectant management for women in the third stage of labour. *Cochrane database Syst Rev*. 2019;(2).
  18. Fukami T, Koga H, Goto M, Ando M, Matsuoka S, Tohyama A, et al. Incidence and risk factors for postpartum hemorrhage among transvaginal deliveries at a tertiary perinatal medical facility in Japan. *PLoS One* [Internet]. 2019 Jan 9;14(1):e0208873. Available from: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0208873>
  19. Anger H, Durocher J, Dabash R, Winikoff B. How well do postpartum blood loss and common definitions of postpartum hemorrhage correlate with postpartum anemia and fall in hemoglobin? *PLoS One*. 2019;14(8):e0221216.
  20. Drew T, Carvalho JCA, Subramanian C, Yoon EW, Downey K, Thorneloe B, et al. The association of shock index and haemoglobin variation with postpartum haemorrhage after vaginal delivery: a prospective cohort pilot study. *Int J Obstet Anesth* [Internet]. 2020; Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959289X20301382>
  21. Convertino VA, Wirt MD, Glenn JF, Lein BC. The compensatory reserve for early and accurate prediction of hemodynamic compromise: a review of the underlying physiology. *Shock*. 2016;45(6):580–90.