

Določanje vrednosti hemoglobina z metodo POCT

Hemoglobin determination with point-of-care testing

Irena Kramar,¹ Barbara Nadu,¹ Vesna Galvani,² Gordana Soldatovič,³ Dunja Terčič³

¹ Center za transfuzijsko dejavnost Izola, Zavod RS za transfuzijsko medicino, Polje 35, 6310 Izola

² Služba vodenja sistema kakovosti, Zavod RS za transfuzijsko medicino, Štajmerjeva 6, 1000 Ljubljana

³ Ortopedska bolnišnica Valdoltra, Jadranska cesta 31, 6280 Ankaran

Korespondenca/ Correspondence:

Irena Kramar, dr. med.,
Center za transfuzijsko dejavnost Izola, Zavod RS za transfuzijsko medicino, Polje 35, 6310 Izola, tel: +386 15 438 362, e-pošta: irena.kramar@ztm.si

Ključne besede:

določanje hemoglobina, krvodajalec, bolnik, POCT

Key words:

hemoglobin determination, blood donors, patients, point-of-care testing

Citirajte kot/Cite as:

Zdrav Vestn 2012;
81 supl 2: II-251-6

Izvleček

Izhodišče: Z laboratorijskim testiranjem ob preiskovancu (point-of-care-testing, POCT) pridobimo rezultat v kratkem času, zanesljivo in z minimalno količino vzorca. Opazili smo, da se občasno rezultati POCT in laboratorijska določitev koncentracije hemoglobina (Hb) razlikujejo, predvsem pri vrednosti Hb, ki so nižje ali višje od povprečnih.

Metode: Izvedli smo kapilarni in venski odvzem krvi pri bolnikih in krvodajalcih. Z metodo POCT smo iz obeh tipov vzorcev določili vrednost hemoglobina, iz venskega vzorca pa se je določila vrednost tudi v laboratoriju.

Rezultati: V raziskavo smo vključili 130 vzorcev krvodajalcev in bolnikov po operativnem posegu. Koncentracije kapilarnega Hb so bile določene med 70 in 201 g/L. Ugotovili smo, da je dobra primerjava vrednosti, določenih z metodo POCT kapilarnega in venskega vzorca istega krvodajalca oz. bolnika (korelacijski koeficient $R^2 = 0,949$). Še bolj zanesljiva je bila primerjava določitve Hb iz venskega vzorca s POCT ter laboratorijsko določitvijo (korelacijski koeficient $R^2 = 0,982$). Ko pa smo primerjali povprečna odstopanja pri različnih skupinah vrednosti Hb kapilarnega vzorca, smo ugotovili, je ta najmanjša v skupini z vrednostmi Hb 120–140 g/L in je $-0,4$. Večja je v skupinah z večjimi odmiki od srednjih vrednosti (v skupini do 120 g/L je $1,2$, v skupini med 141 do 160 g/L je $-3,6$, od 161 do 180 g/L je $-8,6$ in v skupini nad 180 g/L celo $-14,3$).

Zaključek: Ugotovili smo, da je POCT ustrezna metoda za določanje vrednosti Hb, ki nam da ob pravilni izvedbi testa zanesljive rezultate. Zanesljivost pridobljenega rezultata je pri višjih vrednostih Hb manjša, zato priporočamo laboratorijsko kontrolo. Če laboratorijsko testiranje takoj ni možno, priporočamo določanje Hb iz venskega vzorca. Uporabo POCT pri spremljanju Hb pred terapevtskim odvzemom pri bolnikih z visokimi vrednostmi Hb pa ne priporočamo.

Abstract

Background: With point-of-care testing, (POCT) we obtain results quickly, reliably and with a minimal amount of sample. We noticed that occasionally hemoglobin Hb results obtained by POCT compared with those obtained by laboratory testing differ significantly, especially the Hb values that are lower or higher than average.

Methods: We included 130 samples of capillary and venous blood in our study. With POCT method we determined Hb from both types of samples and with laboratory testing we determined Hb from venous samples.

Results: We included 103 samples from blood donors who came to blood donation and 27 samples from patients after major orthopedic surgery. Capillary Hb concentration ranged from 70 to 201 g/L. We found that there was a good correlation between the values obtained with POCT of both, capillary and venous samples ($R^2 = 0,949$). Even more reliable was the deter-

Prispelo: 6. feb. 2012,
Sprejeto: 28. sept. 2012

mination of Hb from venous samples measured by POCT and laboratory testing ($R^2 = 0.982$). When we compared the average deviations in different groups of Hb concentrations of capillary samples, we found that it was the lowest in the group of middle values (120–140 g/L) where it was -0.4 and higher where the deviation was larger (in the group up to 120 g/L it was 1.2, in the group between 141 and 160 g/L it was -3.6, in the group between 161 to 180 g/L it was -8.6 and in the group over 180 g/L even -14.3).

Conclusion: We found that POCT is a suitable method for the determination of Hb, which – when implemented correctly – provides reliable test results for the selection of blood donors and decision making for transfusion. However, the reliability of the results obtained with higher Hb values is smaller, therefore we recommend laboratory testing. When this is not feasible, Hb determination with POCT in a venous blood sample is better than in a capillary one.

Izhodišče

Pri oceni primernosti krvodajalca za vsak odvzem krvi je potrebna določitev koncentracije hemoglobina (Hb) ali hematokrita (Ht). Da lahko krvodajalka daruje kri, mora imeti vrednosti Hb vsaj 125 g/L oz. Ht vsaj 0,38, krvodajalec mora imeti koncentracijo Hb vsaj 135 g/L oz. Ht vsaj 0,41.¹⁻³ Pri tem moramo biti pozorni na previsoke in prenizke vrednosti Hb in na razliko v izmerjeni vrednosti Hb za več kot 20 g/L med dvema zaporednima odvzemoma.¹

Vrednost Hb je eden pomembnejših dejavnikov pri odločitvi, ali bolnik transfuzijo krvi potrebuje. Za vsako terapevtsko enoto eritrocitne komponente je potrebno oceniti, ali je indikacija zanjo res ustrezna. V intenzivnih enotah bolnišnic zadnja leta priporočajo restriktivnejši pristop k transfuziji, pri čemer se prag vrednosti Hb znižuje (pod 80 g/L),⁴ kar ima za posledico pogostejše določanje vrednosti Hb.

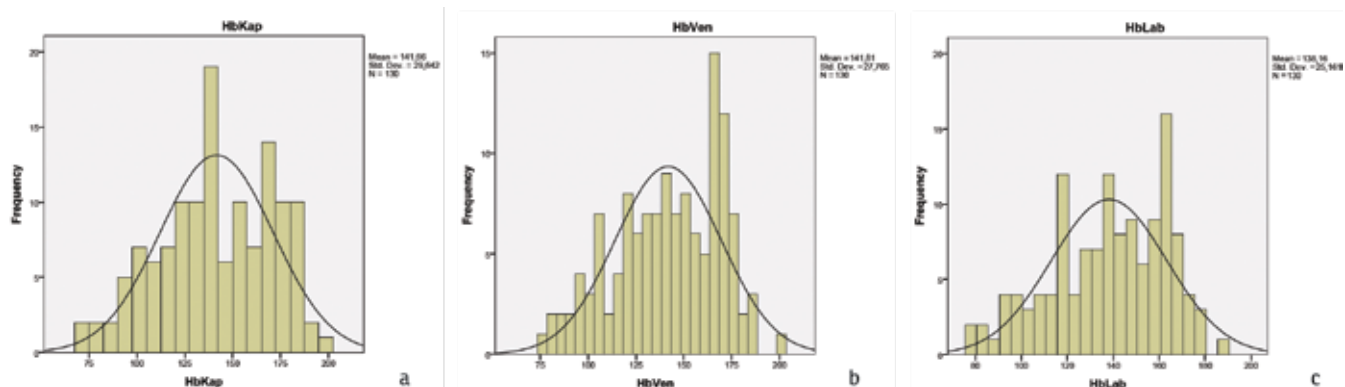
Koncentracijo Hb v krvi določajo analizatorji spektrofotometrično z modificirano hemiglobincianidno metodo. Referenčna metoda uporablja Drabkinov reagent, ki je hipotonična raztopina kalijevega heksacianoferata (III) ($K_3Fe(CN)_6$) in kalijevega cianida (KCN). V hipotonični raztopini Drabkinovega reagenta pride do hemolize eritrocitov in sproščanja hemoglobina. Nato poteka reakcija dvostopenjsko. Najprej se s kalijevim heksacianoferatom (III) oksidira hemoglobin, nato pa se na nastali methemoglobin veže cianidna skupina. Nastane rdeče obarvan produkt, ki ga analizator meri fotometrično pri valovni dolžini 540 nm.⁵

Različico hemiglobincianidne metode je predlagal Vanzetti, ko je KCN zamenjal z natrijevim azidom (NaN_3) in tako zmanjšal toksičnost reagenčne mešanice. Slednjo, t. i. Vanzettijevo različico hemiglobincianidne metode, uporabljamo v analizatorjih POCT. V mikrokiveti, ki je prevlečena z reagenti, se po lizi eritrocitov in oksidaciji hemoglobina v methemoglobin tvori obarvan kompleks z azidnimi ioni (N_3^-). Nastali kompleks prav tako zaznamo fotometrično pri valovni dolžini 540 nm.⁶

Vse analitske postopke, tako POCT kot v laboratoriju, je potrebno validirati,^{14,21,22} pri izvajanju testov pa izvajati kontrole kakovosti, ko vzorce za kontrolo in vzorce za preiskavo analiziramo z uporabo enakih tehnik in v identičnih pogojih.

Tako pri oceni primernosti krvodajalca za odvzem krvi kot tudi pri oceni nujnosti pristopa k transfuziji pri bolnikih pričakujemo, da je metoda, ki jo izberemo za določanje vrednosti Hb, hitra, zanesljiva, ponovljiva in da je za določitev potrebni vzorec krvi čim manjši (preprečitev iatrogene anemije oz. nepotrebne izgube krvi).

Preiskave ob bolnikovi postelji (POCT ali point-of-care-testing) so preiskave, ki nam to omogočajo.^{3,7-10} POCT opredeljujemo kot preiskave, ki se izvajajo ob oziroma v neposredni bližini preiskovanca in katerih rezultat lahko vpliva na spremembo obravnave preiskovanca.¹¹ Večinoma uporabimo za POCT kapilarni vzorec krvi, zato je pravilni odvzem vzorca pomemben del kakovostne izvedbe testa.¹² Zahteva spretnost in izkušnost.



Slika 1: Na sliki 1a so predstavljene meritve iz vzorcev kapilarne krvi z uporabo metode POCT. Na sliki 1b so predstavljene meritve iz vzorcev venske krvi z uporabo metode POCT. Na sliki 1c so predstavljene meritve iz vzorcev venske krvi v laboratoriju z uporabo avtomatskega analizatorja (te meritve so predstavljale referenčne vrednosti koncentracije Hb).

Uporaba POCT nam omogoča hitrejšje sprejemanje odločitve, hitrejši pričetek ustreznega zdravljenja, prilagoditev zdravljenja stanju bolnika, manj zapletov, optimizacijo zdravljenja in večje zadovoljstvo bolnika.¹⁰ Pomembna pa je tudi iz ekonomskega vidika.

Material in metode

Na Centru za transfuzijsko dejavnost Izola (CTD IZ) smo pričeli določati vrednosti Hb pri krvodajalcih s fotometrično metodo POCT leta 1994 (HemoCue). V letu 2007 pa smo po validaciji¹³ zamenjali napravo HemoCue z napravo EKF (Hemo_Control). Obe napravi sta se izkazali za primerljivi, le da nam EKF poda tudi vrednost Ht. V Ortopedski bolnišnici Valdoltra so POCT (HemoCue) v Enoti pooperativne nege pričeli uporabljati leta 2003.

Pri odvzemu vzorca izberemo ustrezno mesto (lateralni del blazinice prstanca ali sredinca). Pazimo, da je prst segret in z nežno masažo dosežemo primerno prekrvitev mesta punkcije. Mesto očistimo z 70-odstotno izopropil-alkoholno raztopino in počakamo, da se posuši. Zbodemo z lanceto (1,8 mm do 2 mm globine) in, če je potrebno, z nežno kompresijo okolice pridobimo vzorec. Prvo kapljico odstranimo, k naslednji prislonimo vrh mikrokivete in pustimo, da kapilarni tlak posrka ustrezno količino vzorca. Mikrokiveto vstavimo v držalo naprave. Po približno 45 sekundah se na ekranu izpiše rezultat.

Iz epruvete z vensko krvjo določimo koncentracijo Hb s POCT tako, da kapljico vzorca nanese na nosilec (objektno stekelce, plastificiran karton), vanj pomočimo

vrh mikrokivete in nadaljujemo postopek kot pri testiranju kapilarnega vzorca.

Predanalitske napake so lahko pogoste in pomembno vplivajo na rezultate. Mednje štejemo preplitev vbod (počasen pretok krvi), da ne odstranimo prve kaplje krvi (preveč tkivne tekočine), prevelik pritisk (hemoliza), razlitje po površini kože (koagulacija), vbod na neustreznem mestu. Če je pretok krvi slab, je potrebno mesto odvzema vzorca greti. Odvzemno mesto mora biti suho in nepoškodovano (brazgotine).^{10,12,14-17} Brez izvajanja ustreznih kontrol je zanesljivost POCT lahko vprašljiva.^{3,18,19} Referenčna metoda za določitev koncentracije Hb je določitev cianhemoglobina z avtomatskim hematološkim analizatorjem.^{16,20}

Pri krvodajalcih upoštevamo interno navodilo: če je izmerjena vrednost ± 5 g/L okoli dovoljenega praga za odvzem krvi, meritev ponovimo, a iz drugega prsta. Tako želimo preprečiti odklonitev krvodajalca, ki bi nastala zaradi predanalitske napake.

Če je tudi ponovni vzorec mejnih vrednosti, se lahko odgovorni zdravnik po pregledu krvodajalca in podrobnejši anamnezi odloči za venski odvzem krvi z določitvijo popolne krvne slike v laboratoriju.

Opazili smo, da se občasno rezultati POCT in laboratorijska določitev vrednosti Hb razlikujejo. Predvsem pri vrednosti Hb, ki so nižje ali višje od povprečnih. Zato smo primerjali rezultate določitve vrednosti Hb, pridobljene ob preiskovancu, in v laboratoriju; pri krvodajalcih pred odvzemu krvi in pri bolnikih v enoti pooperativne nege.

Krvodajalcem Centra za transfuzijsko dejavnost Izola in bolnikom Enote pooperativne nege v Ortopedski bolnišnici Valdoltra, pri katerih je bila možnost indikacije

za transfuzijo krvi, smo odvzeli kapilarni in venski vzorec krvi. Z metodo POCT smo iz obeh vzorcev določili koncentracijo hemoglobina. Iz venskega vzorca pa se je določila vrednost Hb tudi v laboratoriju.

Teste so izvajali zaposleni po razporedu in so se med seboj izmenjevali.

Na CTD IZ smo uporabili EKF (Hemo_Control), primerjalni laboratorijski test so izvedli v Laboratoriju za klinično kemijo in hematologijo Splošne bolnišnice Izola (LH 780 Beckman Coulter). V Ortopedski bolnišnici Valdoltra so v Oddelku postoperativne nege uporabili HemoCue 201 in izvedli primerjalni laboratorijski test v Laboratoriju Ortopedske bolnišnice Valdoltra (Beckman Coulter HMX). Oba bolnišnična laboratorija imata vpeljan sistem kakovosti in imata veljavno dovoljenje za delo v medicinskih laboratorijih. Laboratorija sodelujeta v zunanjih kontrolnih shemah SNEQAS, RIQAS in INSTAND.

Za izračun statističnih parametrov (povprečne vrednosti, standardne deviacije, standardne napake, korelacije) smo uporabili statistični program Statistical Package for the Social Sciences (SPSS).²³

Rezultati in razpravljanje

Analizirali smo 130 vzorcev krvi in sicer 103 krvodajalcev pred odvzemom krvi na CTD IZ in 27 bolnikov po večji ortopedski operaciji v Enoti pooperativne nege Ortopedske bolnišnice Valdoltra.

Pri tem smo pazili, da so bile enakomerno zastopane koncentracije Hb. Meritve

koncentracij Hb, opravljene s POCT iz kapilarnih vzorcev krvi so bile v razponu od 98 g/L do 201 g/L. Razmerje vzorcev, ki smo jih vključili v raziskavo, je bilo enako, kot je razmerje v krvodajalski populaciji (1/3 ženske, 2/3 moški). Nižje koncentracije Hb smo izmerili pri krvodajalkah, višje pa pri krvodajalcih.

Zbrali smo tudi 27 vzorcev bolnikov, pri katerih je bil opravljen večji ortopedski operacijski poseg, kot so: vstavev totalne proteze kolka ali kolena, menjava totalne proteze ter operacija na hrbtenici. Razpon koncentracij kapilarne Hb je bil od 70 do 167 g/L.

Rezultate smo primerjali z določitvami koncentracij Hb v Laboratoriju za klinično kemijo in hematologijo Splošne bolnišnice Izola in v Laboratoriju Ortopedske bolnišnice Valdoltra.

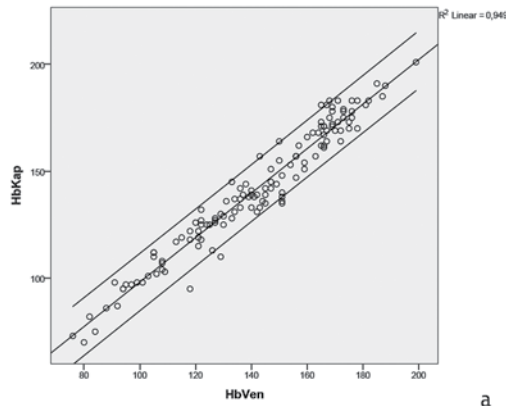
Izračunana srednja vrednost koncentracije Hb iz vzorcev kapilarne krvi z uporabo metode POCT je bila 141,66 g/L in standardna deviacija (SD) 29,642. Izračunana srednja vrednost koncentracije Hb iz venske krvi z uporabo metode POCT je bila 141,81 g/L in SD 27,765. Izračunana srednja referenčna vrednost koncentracije Hb iz venske krvi je bila 138,16 g/L. V tej skupini je bila tudi najmanjša SD (25,161) (Slika 1).

Ker je pri majhnih količinah vzorca strogo upoštevanje navodil velikega pomena, smo dobili z visokim rezultatom korelacijskega koeficienta (R^2) potrdilo, da je celoten postopek določanja Hb s POCT zanesljiv kljub različnim izvajalkam, različnim vzorcem (bolnik, krvodajalec) in različnimi

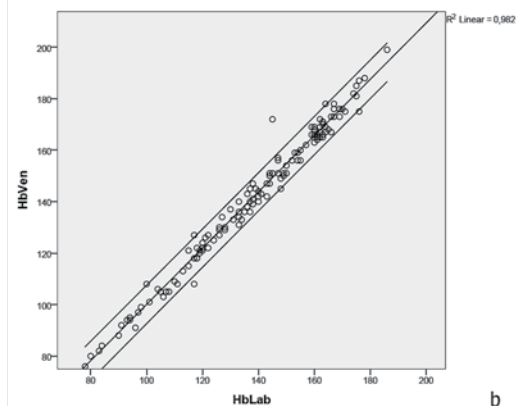
Tabela 1: V tabeli so prikazane povprečne napake, če smo merili vzorec kapilarne krvi s POCT in vzorec venske krvi istega bolnika oz. krvodajalca z avtomatskim analizatorjem. Vidimo, da se pri visokih koncentracijah Hb povprečne napake večajo, čeprav je po zagotovilih proizvajalca linearno območje naprave POCT od 0 do 200 g/L.

Interval koncentracij Hb (g/L)	Povprečna napaka (med POCT kapilarne krvi in referenčno vrednostjo)	Standardna deviacija
do 120	2,5	6,6
121–140	–0,4	5,7
141–160	–3,6	7
161–180	–8,6	5,6
nad 180	–14,3	4,5

Slika 2: Slika 2a predstavlja korelacijo meritev vzorcev kapilarne krvi krvodajalca oz. bolnika glede na meritve vzorca venske krvi istega krvodajalca oz. bolnika z metodo POCT. Slika 2b predstavlja korelacijo meritev vzorcev venske krvi krvodajalca oz. bolnika z metodo POCT glede na meritve istega vzorca venske krvi z uporabo avtomatičnega analizatorja (referenčna metoda).



a



b

POCT (HemoCue, EKF, Hemo_Control). Maksimalni korelacijski koeficient je visok. Primerjava koncentracije Hb s POCT iz kapilarne krvi in koncentracije Hb s POCT iz venske krvi je pokazala, da je R^2 0,949. Pri primerjavi koncentracije Hb s POCT iz venske krvi in referenčnih vrednosti Hb (določeno laboratorijsko) pa je bil R^2 0,982 (Slika 2).

Proizvajalec POCT fotometričnih metod za določanje vrednosti Hb zagotavlja linearno območje od 0 do 200 g/L. A pri naših vzorcih smo opazili odstopanja v primerjavi s pravo laboratorijsko koncentracijo Hb. Kapilarne koncentracije Hb so lahko nižje od venskih (za 1,07 g/L pri moških oziroma 0,67g/L pri ženskah).²⁴ A se razlike obeh meritev z višino koncentracije Hb manjšajo.²⁵ Opazili smo tudi, da je, obratno od pričakovanja, povprečna koncentracija Hb venske krvi, izmerjene z laboratorijskim testom, nižja od izmerjene s POCT. Zato smo primerjali vrednosti povprečnih odstopanj pri različnih intervalih koncentracij Hb kapilarnega vzorca glede na referenčni koncentraciji Hb. Ugotovili smo, da je povprečna napaka najmanjša pri normalnih vrednostih Hb (120–140 g/L) in je –0,4, večja pa je pri odmiku od srednje vrednosti Hb (v skupini do 120 g/L je 2,5, v skupini med 141 do 160 g/L je –3,6, od 161 do 180 g/L je –8,6 in v skupini nad 180 g/L celo –14,3) (Tabela 1).

Nismo ugotovili razloga za večjo povprečno napako pri višjih izmerjenih vrednosti Hb. Možen vzrok je večja koncentracija beljakovin, ki vpliva na izmerjeno vrednost,^{14,27} možen je vzrok tudi v predanalitski fazi (npr. koagulacija vzorca).

Kljub nesporno velikim prednostim POCT priporočamo previdnost pri tolmačenju rezultatov.²⁶ V primerih visokih in nižjih koncentracij Hb priporočamo razširitev testiranja z laboratorijsko preiskavo, če pa to ni možno, vsaj dodati določitev Hb iz venskega vzorca s POCT (višji korelacijski koeficient).

Zaključek

Ugotovili smo, da je POCT fotometrična metoda (HemoCue 201 ali Hemo_Control EKF) ob pravilni izvedbi ustrezna metoda za določanje koncentracije Hb tako pri krvodajalcih pred odvzemom krvi kot pri bolnikih pred odločitvijo o nujnosti transfuzije. S POCT dobimo zelene rezultate v kratkem času. POCT skrajša čas čakanja krvodajalca pred odvzemom krvi na krvodajalski akciji, pri bolnikih v pooperacijskem obdobju pa prispeva k racionalnejši odločitvi o nujnosti zdravljenja s krvjo. Omogoča izboljšanje kliničnega in ekonomskega učinka zdravljenja.

Čeprav proizvajalec zagotavlja linearno območje za določanje koncentracije Hb od 0 do 200 g/L, smo opazili večja odstopanja pri skrajnih vrednostih (tako višjih od 180 g/L kot nižjih od 100g/L). V takih primerih je priporočljiva dodatna določitev koncentracije Hb iz venskega vzorca krvi ali laboratorijsko testiranje.

Iz navedenih razlogov ne priporočamo POCT fotometrične metode za določitev vrednosti Hb pri bolnikih s pričakovanimi visokimi vrednostmi Hb, kot so npr. pri bolnikih pred terapevtskim odvzemom krvi pri hemokromatozi ali pravi policitemiji.

V enotah intenzivne medicine določitev koncentracije Hb s POCT ne more nadomestiti informacije, ki nam jo omogoča izvedba celotne krvne slike, lahko pa pomaga k hitri odločitvi o ustreznosti transfuzijskega zdravljenja.

Literatura

1. Guide to the preparation, Use and Quality assurance of Blood Components. 16th ed. Strasbourg: European Committee (Partial Agreement) on Blood Transfusion (CD-P-TS), EDQM, Council of Europe; 2011.
2. Pravilnik o strokovno medicinskih pogojih za odvzem krvi. Ur l 9/2007.
3. Prezelj M, Bratož S. Laboratorijski testi ob preiskovancu (POCT-Point of Care Testing). Ljubljana: Klinični inštitut za klinično kemijo in biokemijo; 2007.
4. Galvani V. Validacijsko poročilo. Izola: Splošna bolnišnica Izola; 2006.
5. Gómez-Simón A, Navarro-Núñez L, Pérez-Ceballos E, Lozano M L, Candela M J, Cascales A, Martínez C, Corral J, Vicente V, Rivera J. Evaluation of four rapid methods for hemoglobin screening of whole blood donors in mobile collection settings. *Transfusion and Apheresis Science* 2007; 36: 235–242.
6. Spielmann N, Mauch J, Madjdpour C, Schmutz M, Weiss M, Haas T. Accuracy and precision of hemoglobin point-of-care testing during major pediatric surgery. *International Journal of Laboratory Hematology* 2012; 34: 86–90.
7. Kwant G, Oeseburg B, Zwart A, Zijlstra G. Calibration of practical hemoglobinmeter. *Clin Lab Haematol* 1987; 9: 387–393.
8. NCCLS, Reference and selected procedures for the quantitative determination of hemoglobin in blood. 2nd ed., NCCLS Document; 2000.
9. Capillary blood collection and frequently asked questions. Canterbury health laboratories, New Zealand [cited Dec 10 2008]. Dosegljivo na: http://www.cdhb.govt.nz/ch_labs/cap_blood_collecting.htm.
10. Kobe JM. Priporočeni postopek za odvzem kapilarne krvi. Ljubljana: Slovensko združenje za klinično kemijo; 1999.
11. Rechner I J, Twigg A, Davies A F, Imong S. Evaluation of the HemoCue compared with the Coulter STKS for measurement of neonatal haemoglobin. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2002; 86:F188–F189.
12. ISO Standard ISO22870: 2006.
13. Roback JD, Grossman B, Harris T, Hillyer CD. Technical Manual. 17th ed. AABB 2011.
14. Rao L, Moiles D, Snyder M. Finger-Stick Complete Blood Counts: Comparison Between Venous and Capillary Blood. Point of Care. *The Journal of Near-patient Testing&Technology* 2011; 10: 120–122.
15. Robertson L, Lewis D, Osei-Bimpong A. Utility of the DiaSpect Hemoglobinometry System as a Point-of-Care Analyser. *The Journal of Near-patient Testing&Technology* 2011; 10: 17–21.
16. Van Assendelft OW, Horton BR, Parvin RM. Calibration and control in haemoglobinometry. *Clin Lab Haematol* 1990; 12: 31–42.
17. Hinds LE, Brown CL, Clark SJ. Point of care estimation of haemoglobin in neonates. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2007; 92: 378–380.
18. Davis BH, Jungerius B. International Council for Standardisation in Haematology technical report 1–2009: new reference material for haemoglobin-cyanide for use in standardisation of blood haemoglobin measurements. *International Journal of Laboratory Hematology* 2010; 32: 139–141.
19. Zijlstra WG. Standardisation of Haemoglobinometry: History and New Challenges. *Comparative Haematology International* 1997; 1: 125–132.
20. Mills AF, Meadows N. Screening for anaemia: evaluation of a haemoglobinmeter. *Archives of Disease in Childhood* 1989; 64: 1468–1471.
21. Price CP. Point of care testing. *BMJ* 2001; 322: 1285–1288.
22. Nichols JH. Point of care testing. *Clin Lab Med* 2007; 27: 893–908.
23. Vanzetti G. An azide-methemoglobin method for hemoglobin determination in blood. *Am J Lab&Clin Med* 1966; 67: 116.
24. Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), V 20.0.0 [cited Oct 5 2011]. Dosegljivo na: <http://spss.en.softonic.com/>.
25. Tong E, Murphy WG, Kinsella A, et al. Capillary and venous haemoglobin levels in blood donors: a 42-month study of 36,258 paired samples. *Vox Sang* 2010; 98: 547–553.
26. Markota A, Bernhardt M, Palfy M. Primerjava hitrega, obposteljnega in laboratorijsko določenega troponina I. *Zdrav Vestn* 2011; 80: 905–908.
27. Murphy WG, Tong E, Murphy C. Why do women have similar erythropoietin levels to men but lower hemoglobin levels? *Blood* 2010; 116: 2861–2862.