

Strokovni prispevek/Professional article

VREDNOTENJE OCENJEVANJA STANJA NOVOROJENČKA Z MERITVAMI PH VREDNOSTI KRVI POP KOVNIČNE ARTERIJE

EVALUATION OF NEONATAL OUTCOME BY MEASURING UMBILICAL ARTERY BLOOD
PH VALUE

Frenk Krištofelc

Ginekološko-porodniški oddelek, Splošna bolnišnica, Gosposvetska 3, 2380 Slovenj Gradec

Prispelo 2001-04-17, sprejeto 2001-09-04; ZDRAV VESTN 2002; 71: 27-30

Ključne besede: *acidoza; popkovnična arterija; točkovanje po Apgarjevi; stanje novorojenčka*

Izvleček – Izhodišča. Ocenjevanje stanja novorojenčka po porodu se izvaja od leta 1953 s točkovnim sistemom po Apgarjevi. Ker so posamezni deli tega točkovnega sistema odvisni od subjektivne presoje ocenjevalca, poskušajo raziskovalci uvesti objektivnejšo metodo določevanja stanja novorojenčka ob rojstvu. Eden takšnih poskusov je določevanje pH vrednosti krvi popkovnične arterije.

Metode dela. 146 novorojenčkom smo določili pH vrednost krvi popkovnične arterije po prerezanju popkavnice. Isti novorojenčki so bili ocenjeni tudi z točkovnim sistemom po Apgarjevi. Z analizo variance smo primerjali, kako obe metodi ocenjevanja stanja novorojenčka napovedujeta zbolelost novorojenčka v obdobju do odpusta iz porodnišnice. Kot kriterij zbolelosti novorojenčka smo upoštevali: pojav bolezni po rojstvu in čas hospitalizacije od rojstva do odpusta iz porodnišnice.

Rezultati. Ocena točkovanja po Apgarjevi v 5. minuti po rojstvu je pomembno povezana s pojavom bolezni pri novorojenčku in dolžino hospitalizacije novorojenčka.

Zaključki. Meritev pH vrednosti krvi v popkovnični arteriji ne nadomešča točkovanja ocene stanja novorojenčka po Apgarjevi. Edini napovedni dejavnik zbolelosti novorojenčka do odpusta iz porodnišnice je vrednost točkovanja po Apgarjevi po 5. minuti.

Key words: *acidosis; umbilical artery; Apgar score; neonatal outcome*

Abstract – Background. The evaluation of neonatal outcome after delivery is being performed since 1953 by Apgar score. Since some parts of this scoring system subject to personal judgment of the evaluator, the researchers attempts are to introduce more objective method of determining neonatal outcome after delivery. Determining umbilical artery pH value is one of such attempts.

Methods. We established umbilical artery blood pH value in 146 newborns after cutting umbilical cord following delivery. The same newborns were evaluated by Apgar score. By analysis of the variance both evaluating methods of neonatal outcome were compared regarding their ability to predict neonatal indisposition for duration of hospitalization. Neonatal morbidity and neonatal hospitalization duration were the criteria for neonatal indisposition.

Results. Apgar score value following 5th minute after delivery is importantly linked with neonatal morbidity and neonatal hospitalization duration.

Conclusion. Umbilical artery blood pH value can't be used as a substitute to Apgar score. Apgar score after 5th minute is the sole predictor of neonatal outcome.

Uvod

Ocenjevanje stanja novorojenčka

Zaradi potrebe po oceni stanja in napovedi preživetja novorojenčka po rojstvu je od leta 1953 v veljavi točkovni sistem po Apgarjevi (1). Po tem točkovnem sistemu ocenjujemo pet pomembnih življenjskih znakov; utrip, dihanje, vzdražljivost, tonus in barvo kože. Vsakega od znakov ocenjujemo s točkami, tako da se glede na prisotnost in izraženost znaka stanje novorojenčka oceni s številom točk 0, 1 ali 2. Najvišja možna ocena je 10 točk. V klinični praksi se stanje novorojenčka z oceno po Apgarjevi točkuje po 1. in po 5. minuti po rojstvu

(ob nizki oceni po 5. minuti je priporočljivo še ocenjevanje 10 ali 15 minut po rojstvu). Pri analizah rezultatov ocene stanja novorojenčka večina klinikov upošteva za normalno oceno seštevek točk, ki je enak ali višji od 7. O oceni 7, kot mejni oceni, ki bi še veljala za normalno, v strokovni literaturi ni soglasja; kot še normalno oceno stanja novorojenčka jo upoštevamo v naši ustanovi. Ocene 6 ali manj pa se upoštevajo kot nizke.

Utrip in dihanje sta življenjska znaka, ki ju lahko natančno ocenimo; pri ocenjevanju tonusa novorojenčka, njegove vzdražljivosti in ocene barve kože objektivnih kriterijev ocenjevanja ni. Obstaja možnost, da različni ocenjevalci istega

novorojenčka ocenijo različno. Točkovanje po Apgarjevi ni pomembno le za oceno stanja novorojenčka po prvi in peti minuti življenja. Novorojenčki z nizko oceno po Apgarjevi kljub morebitni trenutni odsotnosti znakov boleznij veljajo za bolj ogrožene. Večja kot pri novorojenčkih z normalno oceno po Apgarjevi je perinatalna zboleznost in umrljivost, več je tudi motenj v kasnejšem razvoju. Da bi se izognili vplivu osebne ocene ocenjevalca, poskušajo raziskovalci uvesti v klinično prakso objektivnejšo metodo ocene stanja novorojenčka. Takšna metoda bi lahko bila meritev pH vrednosti krvi v popkovnični arteriji po prekinitvi popkovnice. Vzorec krvi se iz popkovnične arterije odvzame takoj za tem, ko je prerezana popkovnica. Pomembno je, da se meritev na vzorcu izvede takoj po odvzemu. Vrednost izmerjenega pH naj bi pokazala, kako je novorojenček porod prestal.

Namen raziskave

Namenili smo se ugotoviti pomen meritev pH krvi v popkovnični arteriji po prekinitvi popkovnice za stanje novorojenčka, rojenega materi, ki je bila hospitalizirana zaradi patološke nosečnosti.

Cilj

Skupaj z metodo ocenjevanja stanja novorojenčka po Apgarjevi smo nameravali ugotoviti pomen meritev pH vrednosti krvi v popkovnični arteriji za stanje novorojenčka, ocenjeno s pojavom boleznij po rojstvu in dolžino hospitalizacije novorojenčka po porodu – izraženo v dnevih.

Preiskovanci in metode

Preiskovanci

Napravili smo retrospektivno analizo podatkov o porodih za obdobje od 1. novembra 1999 do 31. maja 2000. V tem obdobju je bilo na ginekološko-porodniškem oddelku Splošne bolnišnice Slovenj Gradec 642 porodov. V raziskavo smo zajeli 146 novorojenčkov (22,74%), katerih matere so bile hospitalizirane zaradi patološke nosečnosti. V raziskavi smo upoštevali novorojenčke, katerih matere so bile hospitalizirane zaradi nosečnostne hipertenzije in/ali proteinurije, in tiste, pri katerih je bil ugotovljen zastoj rasti ploda v maternici. Hipertenzija v nosečnosti je definirana (2) kot dvig sistolične vrednosti krvnega tlaka za več kot 4 kPa (30 mm Hg) ali dvig diastolične vrednosti krvnega tlaka za več kot 2 kPa (15 mm Hg) glede na izhodiščno vrednost (krvni tlak pred nosečnostjo ali v prvem trimesečju sedanje nosečnosti), kakor tudi vrednosti krvnega tlaka nad 18,7/12 kPa (140/90 mm Hg) pri dveh zaporednih meritvah, med katerima je minilo vsaj šest ur. Proteinurija je definirana kot prisotnost 0,1g/l proteinov v dveh vzorcih, zbranih v razmaku najmanj 6 ur, ali pa kot prisotnost 300 mg ali več proteinov v urinu, izločenem v 24 urah (3). Zastoj rasti ploda v maternici smo ocenjevali po tabeli rasti ploda (4), kjer smo kot zastoj upoštevali ocenjeno težo ploda pod 10. centilo za plodovo gestacijsko starost. Upoštevali smo novorojenčke mater z enoplodno nosečnostjo. 135 porodov se je končalo vaginalno, 11 pa s carskim rezom. Vsi novorojenčki so bili rojeni po dopolnjenem 34. tednu nosečnosti.

Opazovane značilnosti

Določili smo stanje novorojenčka ob rojstvu z oceno po Apgarjevi po prvi in po peti minuti po rojstvu in izmerjeno pH vrednostjo krvi popkovnične arterije v vzorcu, odvzetem po ločitvi novorojenčka od popkovnice.

Opazovana dogodka

Opazovali smo pojav boleznij pri novorojenčku in dolžino hospitalizacije novorojenčka.

Metode dela

146 novorojenčkov smo po rojstvu ocenili s točkovnim sistemom po Apgarjevi. Istočasno smo po ločitvi novorojenčka od popkovnice odvzeli vzorec krvi iz popkovnične arterije. Vzorec krvi smo vstavili v aparat za merjenje pH vrednosti krvi, ki izmerjeno vrednost zabeleži s pomočjo vgrajenega tiskalnika. Pri vseh porodih v Splošni bolnišnici Slovenj Gradec ocenjujemo stanje novorojenčka rutinsko z obema metodama. Po rojstvu je vsakega novorojenčka rutinsko pregledal neonatolog, ki je postavil v primeru boleznij ustrezno diagnozo in novorojenčka zdravil v centru za posebno nego ali pri materi na oddelku.

Statistična analiza

Z metodo analize variance smo medsebojno primerjali pH vrednost krvi popkovnične arterije, oceno po Apgarjevi po 1. minuti, oceno po Apgarjevi po 5. minuti s kazalci zbolelosti po rojstvu: pojav boleznij pri novorojenčku in dolžino hospitalizacije po porodu, izraženo v dnevih. Kot statistično pomembno smo upoštevali vrednost p , manjše od 0,05.

Rezultati

Ugotovili smo pomembni povezavi med oceno po Apgarjevi po 5. minuti (višji od 7) in pojavom boleznij pri novorojenčku ($p = 0,039$) in med oceno po Apgarjevi po 5. minuti (višji od 7) in dolžino hospitalizacije novorojenčka ($p = 0,002$). Zbolelost novorojenčkov je razvidna iz tabele 1, dolžina hospitalizacije novorojenčkov pa iz tabele 2. V obdobju do maja 2000 je za redno klinično prakso v naši bolnišnici veljalo, da so zdravi novorojenčki po vaginalnem porodu hospitalizirani skupaj z mamo 4–5 dni, po carskem rezu pa so bili zdravi novorojenčki hospitalizirani skupaj z mamo 8–9 dni. Slika 1 prikazuje izmerjene vrednosti pH krvi v popkovnični arteriji; najnižja izmerjena vrednost je znašala 7,05, najvišja pa 7,50. Slika 2 prikazuje vrednosti točkovanja po Apgarjevi po 1. minuti po rojstvu novorojenčka, slika 3 pa vrednosti točkovanja po Apgarjevi po 5. minuti po rojstvu novorojenčka.

Tab. 1. Bolezen novorojenčka – diagnoze.

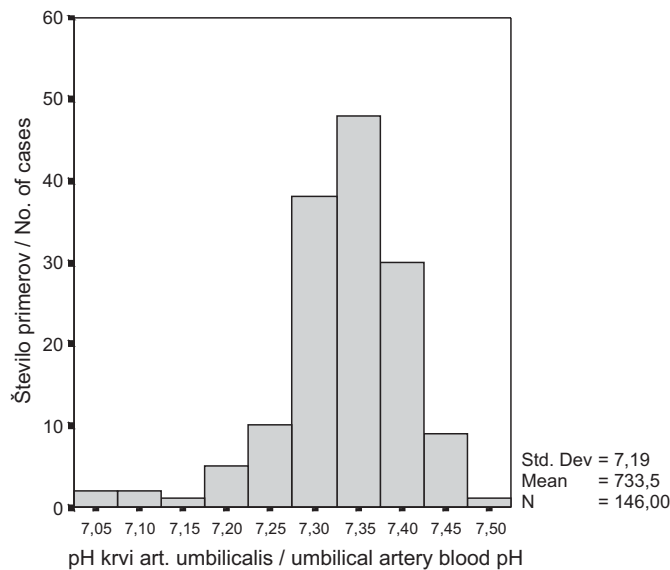
Tab. 1. Neonatal illness – diagnoses.

Bolezen novorojenčka Neonatal illness	Število primerov No. of cases	Delež % Percentage share
Brez boleznij No illness	125	85,62
Majhen za gestacijsko starost Small for date	6	4,11
Kefalhematom Cephalohaemathoma	4	2,74
Hiperbilirubinemija ABO neskladja Hyperbilirubinemia ABO incompatibility	2	1,37
Hiperbilirubinemija nedonošenosti Hyperbilirubinemia preterm delivery	3	2,05
Hiperbilirubinemija nepojasnjena Hyperbilirubinemia of unknown cause	4	2,74
Hipoglikemija Hypoglycemia	1	0,68
Šum na srcu Cardiac murmur	1	0,68
Skupaj Total	146	100,00

Tab. 2. Hospitalizacija novorojenčka – dnevi.

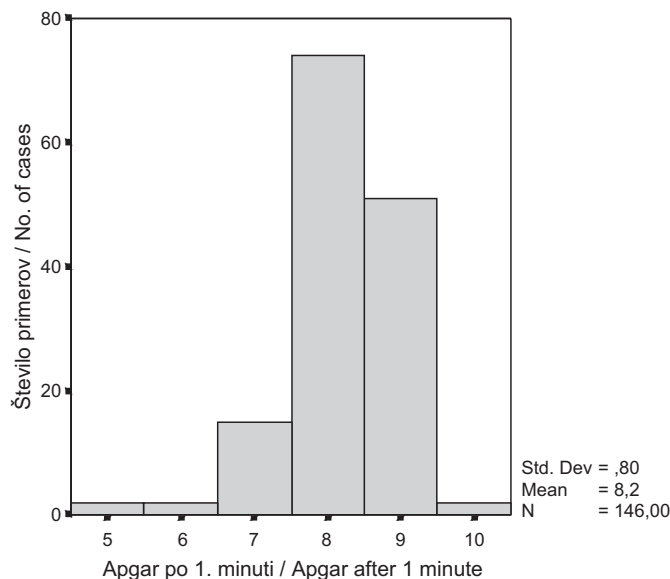
Tab. 2. Neonatal hospitalization – days.

Hospitalizacija novorojenčka – dnevi Neonatal hospitalization – days	Število primerov No. of cases	Delež % Percentage share
4	9	6,16
5	113	77,40
6	3	2,05
7	2	1,37
8	2	1,37
9	3	2,05
10	9	6,16
11	3	2,05
12	1	0,68
21	1	0,68
Skupaj / Total	146	100,00

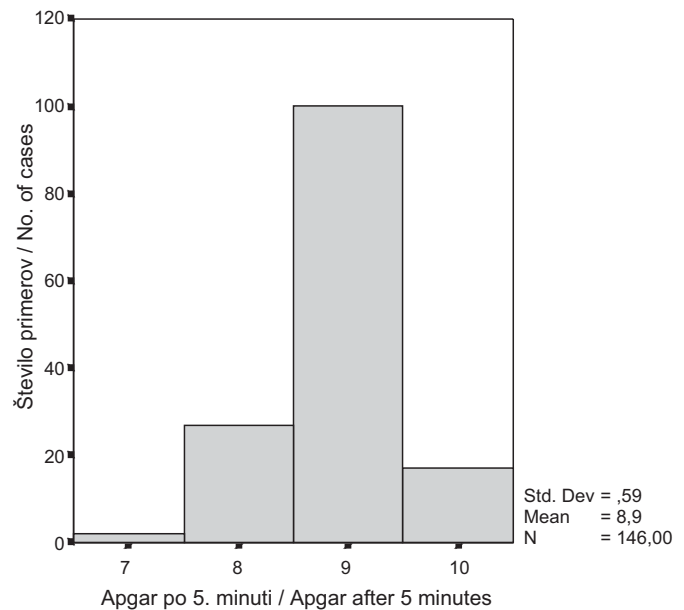


Sl. 1. pH vrednosti krvi v popkovnični arteriji.

Fig. 1. Umbilical artery blood pH value.



Sl. 2. Vrednosti točkovanja po Apgarjevi po 1. minuti.

Fig. 2. Apgar score after 1st minute.

Sl. 3. Vrednosti točkovanja po Apgarjevi po 5. minuti.

Fig. 3. Apgar score after 5th minute.

Razpravljanje

Naši rezultati kažejo, da je edini napovednik zbolelosti novorojenčka ocena po Apgarjevi po 5. minuti. V prvih petih minutah življenja že lahko izginejo posledice dogajanj, ki vplivajo na plod med samim porodom. V prvi minuti, ko je novorojenček prvič ocenjen po Apgarjevi in je tudi odvzet vzorec krvi iz popkovnične arterije za določitev pH vrednosti, pa je še prisoten vpliv dejavnikov, ki na plod delujejo med porodom – in za katere ni nujno, da so povezani z ogroženostjo ploda. Eden od pogostih in prepoznavnih znakov ogroženosti ploda med porodom je prisotnost mekonijske plodovnice. V naši raziskovani skupini smo zabeležili pojav mekonijske plodovnice med porodom v 9 primerih (6,2%), vendar v nobenem od teh primerov nismo zabeležili ocene po Apgarjevi po 5. minuti pod 7; pH vrednost popkovnične krvi je bila v 2 primerih nižja od 7,20. V nobenem od primerov mekonijske plodovnice nismo zabeležili razvoja bolezni pri novorojenčku. V raziskavi (5), kjer so ugotavljali povezavo med mekonijsko plodovnico in obolenostjo novorojenčka v poporodnem obdobju, so raziskovalci odkrili, da je ocena po Apgarjevi po 5. minuti statistično pomembnejše napovedovala potrebo po zdravljenju novorojenčka v enoti za intenzivno nego. Pri odločanju, katera od metod ocenjevanja stanja novorojenčka je zanesljivejša za napovedovanje umrljivosti novorojenčkov, raziskovalci ugotavljajo na 140.000 primerih (6), da je ocena po Apgarjevi po 5. minuti pomembnejša od določevanja pH vrednosti krvi v popkovnični arteriji. Ugotovili so, da imajo najvišje tveganje za perinatalno umrljivost novorojenčki, katerih ocena po Apgarjevi po 5. minuti je med 0 in 3. V isti raziskavi ugotovljeno tveganje za perinatalno umrljivost je bilo v skupini s nizko oceno stanja po Apgarjevi 8-krat večje kot pri skupini novorojenčkov, katerih pH vrednost popkovnične krvi je bila 7,0 ali manj. V naši skupini obravnavanih novorojenčkov perinatalne umrljivosti ni bilo. Bolezni, ki smo jih zdravili pri novorojenčkih (tab. 1), ne moremo neposredno pripisati obporodnemu dogajanju. Noben od obravnavanih 146 novorojenčkov ni bil zdravljen ali opazovan zaradi kliničnih diagnoz, ki bi lahko bile neposredna posledica obporodnega dogajanja. Pri drugih 496 novorojenčkih, rojenih med 1. novembrom 1999 in 31. majem 2000, katerih matere niso bile obravnavane zara-

di patološke nosečnosti, smo takšne klinične diagnoze (perinatalna asfiksija in/ali abnormni nevrološki znaki ob odpustu) zabeležili v štirih primerih.

V klinični praksi predstavlja problem vrednost pH popkovnične krvi, ki naj bi veljala za patološko. Večina raziskav upošteva mejno vrednost pH 7,20 ali manj. Za vrednost pH, pri kateri pa se pojavijo krči v prvih urah po rojstvu, naj bi veljala 7,05 (7). V naši raziskovani skupini krčev nismo zaznali pri nobenem novorojenčku in nikoli nismo izmerili pH vrednosti popkovnične krvi pod 7,0 (sl. 1); 9-krat pa smo izmerili vrednosti pod ali enako 7,20. Odsotnost potrebe po intenzivni negi novorojenčka v naši raziskovani skupini smo povezali z normalnimi ocenami novorojenčka po Apgarjevi po 5. minuti – takrat so vsi prejeli oceno 7 ali več (sl. 3). Izostanek povezave med oceno po Apgarjevi po 1. minuti (sl. 2) in zbolelostjo novorojenčka si razlagamo s tem, da po 1. minuti po rojstvu še ni izginil vpliv vseh dejavnikov, ki so na plod delovali med porodom.

Dvomi o ustreznosti ocene stanja novorojenčka po Apgarjevi in iskanje ustreznih metod so povezani s spoznanjem, da pri nedonošenih novorojenčkih (rojenih pred dopolnjenim 37. tednom nosečnosti) zaradi nezrelosti ni vedno prisoten mišični tonus in vzdražljivost v takšni meri kot pri donošenih novorojenčkih. Posledica tega je lahko nižja ocena novorojenčka po Apgarjevi. V naši raziskovani skupini smo imeli 12 nedonošenih novorojenčkov (8,16%), vendar nobeden od njih ni bil rojen prej kot v 34. tednu nosečnosti. To tudi razloži odsotnost nizkih ocen po Apgarjevi, saj nezrelost izraziteje vpliva na oceno po Apgarjevi pri porodu med 26. in 32. tednom nosečnosti. Meritve pH vrednosti krvi popkovnične arterije v širše zastavljeni raziskavi (6) pri takšnih primerih niso pokazale boljših napovednih vrednosti od ocene stanja novorojenčka po Apgarjevi.

Rutinsko merjenje pH vrednosti popkovnične arterije ima svoje omejitve. Sedhev s sodelavci je ugotovil (8), da več kot 50% vseh novorojenčkov z izmerjeno pH vrednostjo pod 7,0 nima težav v kasnejšem razvoju. Raziskava istih avtorjev je pokazala, da vrednost pH popkovnične krvi pod 7,0 sama po sebi ni dober napovednik neonatalne zbolelosti; pač pa slednjo dobro napoveduje ocena po Apgarjevi po 5. minuti. Obwegeser in sodelavci predlagajo (9), da bi bilo treba mejno vrednost pH popkovnične krvi postaviti nižje, na vrednosti pod 7,20 – če slednja vrednost že velja za acidozo, potem je po njihovem mnenju to takšna stopnja acidoze, ki še ne škoduje novorojenčku, kar se v njihovi raziskavi kaže z dobro korelacijo med normalno oceno po Apgarjevi po 5. minuti in nizko zbolelostjo novorojenčka.

Zaradi nejasnosti, ali pomeni nizka pH vrednost popkovnične krvi po rojstvu le akutno (od napora poroda odvisno) acidozo, ali pa gre za že dalj časa razvijajočo se metabolično acidozo zaradi stiske ploda, so v raziskavi Arikana in sodelavcev (10) določevali nasičenost hemoglobina s kisikom v krvi novorojenčka. Izsledki so pokazali, da je nizka nasičenost hemoglobina s kisikom v popkovnični arteriji slabo povezana z nizko vrednostjo pH popkovnične krvi, napovedne vrednosti za metabolično acidozo niso mogli statistično potrditi. V naši raziskavi nasičenosti kisika v popkovnični krvi nismo merili, zato podobne povezave nismo mogli ugotovljati. Hofmeyr je v svoji raziskavi ugotovil (11), da oksigenacija matere med porodom ne vpliva na poporodne vrednosti pH popkovnične krvi, zato ne gre pričakovati zmanjšanja acidoze pri plodu z dodajanjem kisika materi med porodom. Casey in sodelavci (12) so ob primerjavi pH vrednosti popkovnične krvi ob rojstvu in kontrolni meritvi iz arterijske krvi novorojenčka ugotovili, da v 35% primerov acidoza po dveh urah ni več prisotna. V naši raziskovani skupini smo 9-krat izmerili pH vrednost popkov-

nične krvi pod 7,20; meritev pri novorojenčku smo ponovili po eni uri – v nobenem primeru ponovna meritev ni pokazala acidoze. Nizke vrednosti pH si razlagamo z rezultati raziskave, ki jo je opravil Levy s sodelavci (13); preeklampsija in porod v medenični vstavi (dejavnika, ki sta bila v naši raziskavi hkrati prisotna pri sedmih od devetih primerov, pri katerih smo izmerili pH vrednost krvi popkovnične arterije pod 7,20) sta statistično pomembno povezana z nižjimi vrednostmi pH popkovnične krvi, pri sicer zdravem novorojenčku.

Pomanjkljivost naše raziskave je kratek čas sledenja novorojenčka – le do odpusta iz porodnišnice. V raziskavi, kjer so raziskovalci sledili novorojenčke s pH vrednostjo popkovnične krvi ob rojstvu pod 7,0 do dopolnjenega 36. meseca življenja, so odkrili povečano nevarnost za zbolelost (14). Novorojenčki, ki so bili v okviru te raziskave odpušteni iz enote za intenzivno nego kot zdravi do dopolnjenega 36. meseca življenja, niso imeli hujših motenj v razvoju. Če bi želeli napraviti podobno raziskavo v Sloveniji, bi se morali dogovoriti, ali je merjenje pH vrednosti popkovnične arterije smiselno in ga uvesti v vseh porodnišnicah ter zagotoviti spremljanje razvoja otroka v prvih treh letih življenja.

Zaključki

Določevanje pH vrednosti krvi v popkovnični arteriji ne nadomešča ocenjevanja po Apgarjevi, ki še naprej ostaja zanesljiva metoda ocenjevanja stanja novorojenčka. Pomembno povezavo z zbolelostjo novorojenčka ima ocena po Apgarjevi po 5. minuti. Potrebno bi bilo dolgotrajno sledenje novorojenčkov s pH vrednostmi popkovnične krvi pod 7,20. V raziskavi bi bilo poleg vrednosti pH smiselno upoštevati še vrednosti pO_2 , pCO_2 , laktata in presežka baz v popkovnični krvi.

Literatura

1. Apgar V. A proposal for a new method of evaluation of the newborn infant. *Curr Res Anesth Analg* 1953; 32: 260-7.
2. Silver H. Hypertensive disorders. In: Nisswander KR, Evans AT eds. *Manual of obstetrics – fifth edition*. Boston: Little, Brown and Company, 1996: 283-5.
3. Parry S, Morgan MA, Silver H. Hypertensive disorders. In: Evans AT, Nisswander KR eds. *Manual of obstetrics – sixth edition*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2000: 287-97.
4. Novak-Antolič Ž. Zastoj plodove rasti v maternici. In: Pajntar M, Novak-Antolič Ž eds. *Nosečnost in vodenje poroda*. Ljubljana: Cankarjeva založba, 1994: 50-5.
5. Kaspar HG, Abu Musa A, Hannoun A et al. The placenta in meconium staining: lesions and early neonatal outcome. *Clin Exp Obstet Gynecol* 2000; 27: 63-6.
6. Casey BM, McIntire DD, Leveno KJ. The continuing value of the Apgar score for the assessment of newborn infants. *New Engl J Med* 2001; 344: 467-71.
7. Goldaber KG, Gilstrap LC, Leveno KJ, Dax JS, McIntire DD. Pathologic fetal acidemia. *Obstet Gynecol* 1991; 78: 1103-7.
8. Sedhev HM, Stamilio DM, Macones GA, Graham E. Predictive factors for neonatal morbidity in neonates with an umbilical arterial cord pH less than 7.00. *Am J Obstet Gynecol* 1997; 177: 1030-4.
9. Obwegeser R, Bohm R, Gruber W. Diskrepanz zwischen Apgar Score und Nabelarterien pH-Wert beim Neugeborenen. (Korrelation zu Geburtsmodus und fetal Outcome?) *Z Geburtshilfe Perinatol* 1993; 197: 59-64.
10. Arikana GM, Scholz HS, Hausler MC, Giuliani A, Haas J, Weiss PA. Low level oxygen saturation at birth and acidosis. *Obstet Gynecol* 2000; 95: 565-71.
11. Hofmeyr GJ. Maternal oxygen administration for fetal distress. *Cochrane Database Syst Rev* 2000; 2: CD000136.
12. Casey BM, Goldaber KG, McIntire KG, Leveno KJ. Outcomes among term infants when two-hour postnatal pH is compared with pH at delivery. *Am J Obstet Gynecol* 2001; 184: 447-50.
13. Levy BT, Dawson JD, Toth PP, Bowdler N. Predictors of neonatal resuscitation, low Apgar scores, and artery pH among growth-restricted neonates. *Obstet Gynecol* 1998; 91: 909-16.
14. Nagel HT, Vandenbussche FP, Oepkes D, Jannekens SA, Laan LA, Gravenhorst JB. Follow-up of children born with an umbilical arterial blood pH < 7. *Am J Obstet Gynecol* 1995; 173: 1758-64.