

Od kapljice do rezultata: izazovi predanalitičke faze u pedijatriji

Leida Tandara*

Laboratorijsko testiranje neizostavan je dio dijagnostičkog procesa i obuhvaća tri faze: predanalitičku, analitičku i postanalitičku. Svaka od njih ima specifične izazove i može biti izvor potencijalnih pogrešaka koje utječu na rezultate analize. Istraživanja pokazuju da je predanalitička faza najkritičnija jer se u njoj događa najveći broj pogrešaka (1). Budući da ključnu ulogu u ovoj fazi igra nelaboratorijsko osoblje, uključujući medicinske sestre i liječnike, njihova edukacija i pridržavanje standardiziranih protokola presudni su za osiguranje točnih i pouzdanih rezultata.

IZAZOVI PREDANALITIČKE FAZE

Predanalitička faza obuhvaća niz koraka, uključujući ordiniranje pretraga, pripremu pacijenta, pravilno uzorkovanje i transport uzoraka. Svaka od ovih komponenti nosi potencijalne rizike koji mogu dovesti do grešaka u laboratorijskom testiranju (1). Neodgovarajuća priprema pacijenta, nepravilno uzorkovanje ili neadekvatno čuvanje uzoraka mogu značajno utjecati na rezultate analize te, posljedično, na donošenje kliničkih odluka.

U pedijatrijskoj populaciji, venepunkcija predstavlja poseban izazov i zahtijeva posebne vještine, obuku i iskustvo (2). Uzorkovanje u pedijatrijskoj populaciji, osobito kod novorođenčadi i nedonoščadi, zahtijeva posebnu pažnju zbog ograničenog volumena krvi koji se smije uzorkovati. Kod starije djece invazivni postupci mogu uzrokovati značajan stres, što dodatno otežava uzimanje uzoraka i može utjecati na rezultate nekih analiza. Stoga je važno koristiti minimalno invazivne metode, poput kapilarne punkcije, kada god je to moguće (3). Pri venepunkciji je nužan pravilan odabir igle kako bi se smanjila trauma tkiva i rizik od hemolize, dok imobilizacija djeteta i tehnike distrakcije igraju ključnu ulogu u smanjenju stresa i boli (4, 5).

UČESTALOST POGREŠAKA I NJIHOVI UZROCI

Jedna od posljedica otežanog uzimanja krvi je dobivanje hemoliziranih, zgrušanih i, posebice, uzoraka s nedovoljnim volumenom. Nedovoljan volumen uzorka u epruvetama s antikoagulanom može dovesti do netočnih rezultata zbog razrjeđivanja uzorka i pogrešnog omjera krvi i antikoagulansa. Također, kod novorođenčadi, hemolizirani uzorci uzrokuju smetnje u mjerenju bilirubina.

Osim uzorkovanja krvi, prikupljanje urina također predstavlja izazov kod djece, budući da je često teško dobiti dovoljan volumen uzorka bez kontaminacije. Nepravilna manipulacija uzorcima

* Zavod za medicinsko laboratorijsku dijagnostiku, KBC Split, Medicinski fakultet Sveučilišta u Splitu, Spinčićeva 1, 21000 Split

može rezultirati lažno pozitivnim ili negativnim rezultatima, što može dovesti do pogrešne dijagnoze i nepotrebnih medicinskih intervencija.

RJEŠENJA I PREPORUKE ZA SMANJENJE POGREŠAKA

Kontinuirana edukacija medicinskog osoblja i standardizacija postupaka ključni su za smanjenje predanalitičkih pogrešaka i unaprjeđenje kvalitete laboratorijske dijagnostike (1). Bliska suradnja između kliničkih odjela i laboratorija omogućava pravovremeno prepoznavanje i rješavanje problema, optimizaciju protokola te poboljšanje skrbi za pedijatrijske pacijente.

Preporučene strategije uključuju:

- Primjenu minimalno invazivnih metoda uzorkovanja kad god je to moguće
- Korištenje mikrometoda kako bi se smanjio minimalni potrebni volumen uzorka
- Pravilnu tehniku venepunkcije s odabirom odgovarajuće igle
- Osiguravanje adekvatne imobilizacije djeteta i primjenu tehnika distrakcije
- Standardizaciju postupaka pripreme pacijenta i rukovanja uzorcima
- Kontinuiranu edukaciju zdravstvenog osoblja o pravilnim tehnikama uzorkovanja i rukovanju uzorcima.

ZAKLJUČAK

Kvalitetan laboratorijski uzorak ključan je za točnu dijagnozu i donošenje ispravnih kliničkih odluka. Predanalitička faza predstavlja najkritičniji segment laboratorijskog procesa, a njezino unaprjeđenje moguće je kroz multidisciplinarnu suradnju, edukaciju i primjenu standardiziranih postupaka. Smanjenjem predanalitičkih pogrešaka izravno se unaprjeđuje kvaliteta zdravstvene skrbi, smanjuje stres kod pedijatrijskih pacijenata i osigurava pouzdanost laboratorijskih rezultata. Cilj ovog predavanja je istaknuti važnost kvalitetnog uzorka u laboratorijskoj dijagnostici te potaknuti kontinuiranu edukaciju i multidisciplinarnu suradnju kako bi se osigurala najbolja moguća skrb za pedijatrijske pacijente.

Ključne riječi: PREDANALITIČKA FAZA; DIJAGNOSTIČKE POGREŠKE; PEDIJARIJA

LITERATURA

1. Nordin N, Ab Rahim SN, Wan Omar WFA, et al. Preanalytical errors in clinical laboratory testing at a glance: source and control measures. *Cureus*. 2024;16(3):e57243. doi: 10.7759/cureus.57243.
2. Hjelmgren H, Ygge BM, Nordlund B, Andersson N. Nurses' experiences of blood sample collection from children: a qualitative study from Swedish paediatric hospital care. *BMC Nurs*. 2022;21(1):62. doi: 10.1186/s12912-022-00840-2.
3. Hjelmgren H, Nilsson A, Myrberg IH, Andersson N, Ygge BM, Nordlund B. Capillary blood sampling increases the risk of preanalytical errors in pediatric hospital care: observational clinical study. *J Spec Pediatr Nurs*. 2021; 26(4):e12337. doi: 10.1111/jspn.12337.
4. Riddick L. Paediatric blood sampling: how to improve your chances of getting it right. *Paediatr Child Health*. 2023; 33:114-7. doi: 10.1016/j.paed.2023.01.006.
5. World Health Organization. WHO guidelines on drawing blood: best practices in phlebotomy. Geneva: WHO; 2010. 6, Paediatric and neonatal blood sampling. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK138647/>

Autor za dopisivanje:

Leida Tandara, mag. med. biochem.
Zavod za medicinsko laboratorijsku dijagnostiku, KBC Split
Spinčićeva 1, 21000 Split
e-mail: ltandara@kbsplit.hr

SUMMARY

From a drop to the result: challenges of the pre-analytical phase in pediatrics

Leida Tandara

Laboratory testing is an essential part of the diagnostic process and consists of three phases: pre-analytical, analytical, and post-analytical. Each phase presents specific challenges and can be a source of potential errors that impact the final test results. Research shows that the pre-analytical phase is the most critical step, accounting for the highest number of errors (1). Since non-laboratory personnel, including nurses and physicians, play a key role in this phase, their education and adherence to standardized protocols are essential for ensuring accurate and reliable results.

CHALLENGES OF THE PRE-ANALYTICAL PHASE

The pre-analytical phase includes a series of steps, such as test ordering, patient preparation, proper sampling, and sample transport. Each of these components is a possible source of errors in the laboratory testing process (1). Inadequate patient preparation, improper sample collection, or inadequate sample storage can significantly impact test results and, consequently, clinical decision-making.

In the pediatric population, venipuncture presents a particular challenge and requires specific skills, training, and experience (2). Sample collection in pediatric patients, especially in newborns and preterm infants, demands special attention due to the limited blood volume that can be drawn. In older children, invasive procedures may cause significant stress, further complicating sample collection and potentially affecting the results of certain analyses. Therefore, it is essential to use minimally invasive methods, such as capillary puncture, whenever possible (3). Proper needle selection during venipuncture is crucial to minimize tissue trauma and the risk of hemolysis, while child immobilization and distraction techniques play a key role in reducing stress and pain (4, 5).

FREQUENCY AND CAUSES OF ERRORS

One of the consequences of challenging blood collection is the occurrence of hemolyzed, clotted, or insufficient sample volumes. An inadequate sample volume in anticoagulant-containing tubes can lead to inaccurate results due to sample dilution and an incorrect blood-to-anticoagulant ratio. Additionally, in neonates, hemolyzed samples can interfere with bilirubin measurement.

Beyond blood sampling, urine collection also presents challenges in pediatric patients, as obtaining a sufficient sample volume without contamination is often difficult. Errors in the pre-analytical phase can lead to false-positive or false-negative results, potentially resulting in misdiagnosis and unnecessary medical interventions.

STRATEGIES AND RECOMMENDATIONS FOR ERROR REDUCTION

Continuous education of healthcare professionals and the standardization of procedures are essential for minimizing pre-analytical errors and improving the accuracy and reliability of labo-

ratory diagnostics (1). *Effective collaboration between clinical departments and laboratory services facilitates the timely identification and resolution of pre-analytical challenges, optimization of protocols, and overall enhancement of pediatric patient care.*

Key recommendations include:

- *Implementing minimally invasive sampling techniques whenever possible*
- *Utilizing micro-methods to minimize the required sample volume*
- *Ensuring proper venipuncture technique with appropriate needle selection to reduce tissue trauma and the risk of hemolysis*
- *Providing adequate patient immobilization and employing distraction techniques to minimize stress and discomfort*
- *Standardizing patient preparation protocols and specimen handling procedures*
- *Establishing continuous education and training programs for healthcare personnel on best practices in sample collection and management.*

CONCLUSION

The quality of laboratory samples is essential for accurate diagnosis and appropriate clinical decision-making. The pre-analytical phase is the most critical component of the laboratory process, and its optimization requires a multidisciplinary approach, continuous education, and adherence to standardized protocols. Reducing pre-analytical errors directly improves health-care quality, minimizes stress in pediatric patients, and ensures the reliability of laboratory results.

The objective of this review is to emphasize the importance of high-quality samples in laboratory diagnostics and underscores the need for ongoing education and interdisciplinary collaboration to achieve the highest standard of care for pediatric patients.

Key words: PRE-ANALYTICAL PHASE; DIAGNOSTIC ERRORS; PEDIATRICS