

## Ewelina Jaksz-Recmanik, Rafał Bobiński

Wydział Nauk o Zdrowiu Akademii Techniczno-Humanistycznej w Bielsku-Białej

# Błędy przedlaboratoryjne w praktyce pielęgniarskiej

Pre-analytical errors in nurse practice

### STRESZCZENIE

Dzięki rozwojowi nauki istnieje możliwość dokładniejszego diagnozowania, dlatego też tak ważne jest, aby wyniki badań były wiarygodne, gdyż tylko takie stanowią źródło informacji o faktycznym stanie klinicznym pacjenta. Aby wspomniane wyniki były uznane za prawidłowe, należy poznać czynniki mające wpływ na wiarygodność badań oraz unikać błędów na wszystkich etapach postępowania diagnostycznego. Już na samym początku procesu diagnozowania ogromne znaczenie ma znajomość następujących zasad: prawidłowego przygotowania pacjenta, doboru odpowiedniej probówki, jej opisanie, technik pobierania krwi na poszczególne badania, przechowywania oraz transportu pobranego materiału biologicznego. Popelniane błędy na etapie przedlaboratoryjnym uniemożliwiają uzyskanie prawidłowych wyników, co wiąże się z koniecznością powtarzania badań, rozszerzenia diagnostyki, czego efektem jest podniesienie kosztów. W pracy przedstawiono czynniki, które na etapie przedlaboratoryjnym mają bezpośredni wpływ na jakość badania.

**Problemy Pielęgniarstwa 2011; 19 (3): 386–390**

**Słowa kluczowe:** błędy przedlaboratoryjne, badania krwi, wiarygodność wyników

### ABSTRACT

Nowadays, development of science gives us possibility of precise diagnostics and that is why it is so important that results must to be credible. Only that kind of results can give information about real condition of patients' health. To make sure that mentioned earlier results are credible we should know factors which influence credible of blood tests result and avoid errors on every stage of diagnostic. On the beginning of diagnostic process it is very important to know the role of correct preparation of patients for the blood test, correct sample bottles and sample identification, blood drawing, sample collection, handling and transportation of biological material to the laboratory. Errors on pre-analytical stage make it unable to get credible result of blood tests and have to be repeated, necessity of widen diagnostics which involves increasing costs.

This article describes factors which have direct influence on blood tests result.

**Nursing Topics 2011; 19 (3): 386–390**

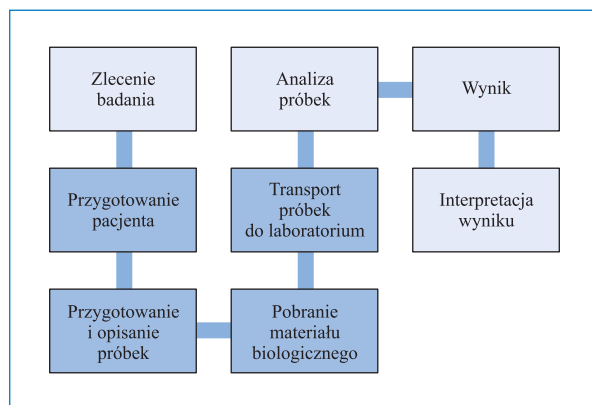
**Key words:** pre-analytical errors, blood tests, credible results

### Wstęp

Nowoczesne metody diagnostyki laboratoryjnej opierają się na skomplikowanej aparaturze pomiarowej, dzięki której istnieje możliwość dokładniejszego rozpoznania choroby, co ostatecznie przyczynia się do wdrożenia właściwego postępowania. Wyniki badań laboratoryjnych mają znaczący wpływ na decyzje podejmowane podczas leczenia — aż w 60–70% są one podejmowane na podstawie otrzymanych wyników badań laboratoryjnych [1]. Dlatego

też w każdym laboratorium funkcjonuje system kontroli jakości analitycznej, co gwarantuje poprawność analityczną wyniku. Niemniej jednak, aby cały proces analizy laboratoryjnej był wiarygodny, muszą być w pełni zachowane procedury zarówno na etapie przed-, jak i polaboratoryjnym (tak zwane „systemy zapewnienia jakości” — QA, *quality assurance*). Cały proces badania laboratoryjnego można podzielić na trzy główne etapy: przedlaboratoryjny, laboratoryjny i polaboratoryjny [2].

**Adres do korespondencji:** mgr Ewelina Jaksz-Recmanik, Wydział Nauk o Zdrowiu, Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej, ul. Konopnicka 6, 43–300 Bielsko-Biała, tel.: 604 206 401, e-mail: erecmanik@ath.bielsko.pl



**Rycina 1.** Etapy analizy materiału biologicznego

**Figure 1.** Analytical stage of biological material

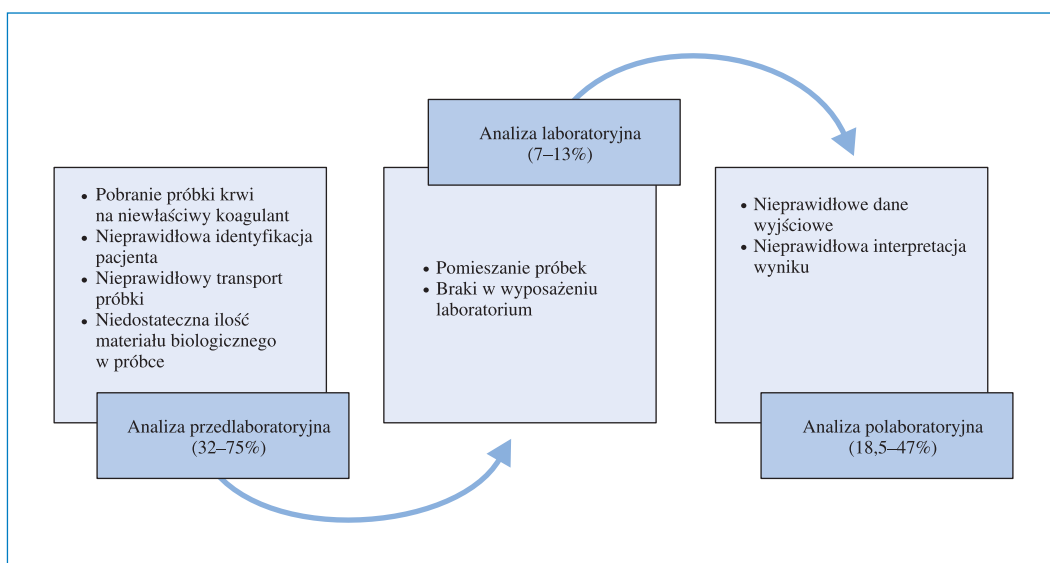
Na wiarygodny — zgodny ze stanem klinicznym pacjenta — wynik składa się wiele czynności na wszystkich etapach diagnostyki laboratoryjnej (ryc. 1). W związku z tym istnieje konieczność przestrzegania określonych procedur dotyczących postępowania z materiałem biologicznym. Proces badania laboratoryjnego rozpoczyna się już w momencie jego zlecenia [3]. Na każdym z etapów istnieje ryzyko popełnienia błędu przez personel, co ostatecznie może się przełożyć na uzyskanie fałszywych wyników i znacznie wydłużyć czas oraz podnieść koszt diagnostyki. W wyniku popełnianych błędów pacjent jest narażony na kolejny, często rozszerzony proces diagnostyczny związany z bólem i dyskomfortem [4]. Powtarzane są wówczas badania laboratoryjne, w tym in-

ważne (np. biopsja), oraz liczne specjalistyczne konsultacje, które również nie pozostają objętne dla chorych. Plebani i Carraro [3] przedstawiają badania, z których wynika, iż 6,4% wyników obarczonych błędami przedlaboratoryjnymi miało wpływ na transfuzję wymienną, leczenie heparyną, płynami wieloelektrolitowymi oraz ogólną terapię pacjentów.

Błędy przedlaboratoryjne są związane z nieprzestrzeganiem procedur pobierania, przechowywania, transportu materiału biologicznego do laboratorium, a także nieprawidłowym przygotowaniem pacjenta do badań. Niemniej jednak mają one również związek z wieloma zjawiskami fizjologicznymi dotyczącymi chorego, takimi jak: wiek, ciąża, cykl miesięczny. Najwięcej błędów w całym procesie badania występuje w okresie przedlaboratoryjnym i szacuje się je na 46–68,2% wszystkich popełnianych błędów (ryc. 2) [3].

### Przygotowanie pacjenta do pobrania krwi

Przed pobraniem materiału do analizy należy udzielić pacjentowi wyczerpujących informacji na temat przygotowania do badań oraz czynników, które mogą znacząco wpłynąć na poprawność wyników. Elementem przygotowania do badań jest także zarówno identyfikacja pacjenta, jak i właściwe opisanie próbki [5]. Dlatego też przed przystąpieniem do pobierania materiału biologicznego należy przygotować próbki z odpowiednim antykoagulantem do określonego badania oraz opisać je zgodnie z wymogami. Ważną informacją jest płeć i wiek pacjenta, ponieważ zakres norm dla wielu oznaczanych analitów różni się w zależności



**Rycina 2.** Rodzaje błędów na poszczególnych etapach analizy

**Figure 2.** Types of errors on every analytical stage

od płci oraz wieku badanego (noworodki, niemowlęta, dzieci w wieku szkolnym, osoby w podeszłym wieku).

Ważnym czynnikiem na etapie przedlaboratoryjnym, a mającym bezpośredni wpływ na wynik badania, jest pozycja pacjenta, któremu pobiera się krew. Najbardziej optymalną jest pozycja siedząca, jednak gdy nie jest ona możliwa, dopuszcza się pobranie krwi od pacjenta półleżącego, ale należy zaznaczyć lekarzowi, w jakiej pozycji był pobierany materiał biologiczny. W próbce pobranej od pacjenta ułożonego w pozycji innej niż siedząca dochodzi do obniżenia stężenia białek osocza, cholesterolu, hematokrytu, liczby krwinek czerwonych i białych w różnym stopniu, często sięgającym 5–15% [6].

Kolejnym istotnym czynnikiem wpływającym na poprawność wyników jest stopień pobudzenia organizmu wywołanego wysiłkiem fizycznym przed badaniem. Krew do badań laboratoryjnych nie powinna być pobierana od osób, które w ostatnich godzinach były narażone na nadmierny wysiłek fizyczny. Zauważono, iż wzrasta wtedy stężenie całkowite między innymi białka, albumin, kreatyniny, kwasu moczowego i transaminaz, natomiast stężenie tyroksyny się obniża. Nawet jednorazowy wysiłek (proporcjonalnie do jego intensywności) powoduje zmniejszenie się objętości osocza, a w konsekwencji zwiększenie jego osmolarności i podwyższenie stężenia hematokrytu. Jednorazowy, ale duży wysiłek może powodować uszkodzenie erytrocytów i dlatego we krwi pobranej bezpośrednio po wysiłku stwierdza się hemolizę powysiłkową [7–9]. Jest ona efektem wzrostu stężenia mleczanów, nasilenia kwasicy metabolicznej, hipoglikemii oraz podniesienia się temperatury wewnętrznej.

Kolejnym czynnikiem wpływającym na oznaczone wartości są fizjologiczne rytmy dobowe. Analizując ich wpływ na wyniki badań laboratoryjnych, zaobserwowano, że mogą one w znaczącym stopniu zmieniać wartości podstawowych parametrów biochemicznych. Na przykład zawartość jonów sodu, potasu i magnezu we krwi jest najniższa w nocy, a największa w godzinach porannych, natomiast wartość procentowa żelaza we krwi osiąga najwyższy poziom w godzinach popołudniowych, a najniższy w nocy. Zmiany dotyczą również składników krwi, takich jak granulocyty kwasochłonne i limfocyty, których liczba zmniejsza się rano, przy zwiększeniu ogólnej liczby krwinek białych. Z kolei oznaczenie stężenia hemoglobiny przyjmie wyższe wartości w godzinach porannych niż wieczorem. Wyraźne różnice dobowe wykazują też kortyzol i kortykotropina (ACTH, *adrenocorticotropic hormone*), a także inne hormony. Zaburzenie rytmu dobowego poprzez pracę w porze nocnej powoduje podwyższenie stężenia glukozy, kwasu moczowego i cholesterolu. Podobnie zachowuje się organizm podczas pokonywania dużych odległości samolotem, tak zwany „jet lag” wpływa na

wahania stężeń wielu analitów, na przykład kortyzolu, glukozy, melatoniny [10–12]. Podwyższone parametry mogą się utrzymywać nawet kilka dni.

W badaniach krwi należy brać pod uwagę nie tylko wpływ rytmu okołodobowego, ale również cykl miesięczny kobiet. Oznaczana wartość analitów oraz składników krwi, na przykład ilość leukocytów, szybkość opadania krwinek czerwonych oraz stężenia hormonów płciowych mogą zależeć od fazy cyklu [13].

Standaryzacja pory pobierania materiału pozwala na ograniczenie lub wyeliminowanie wpływu na wynik badania zmienności wynikających z rytmów dobowych. Ze względów praktycznych przyjęto (wystandaryzowano), że pobieranie materiału biologicznego odbywa się między godziną 7.00 a 9.00 rano po spoczynku nocnym. Ma to związek z faktem, że pacjent do większości badań powinien pozostawać na czczo, czyli 10–12 godzin po spożyciu lekkostrawnej kolacji. Spożyty posiłek ma wpływ przede wszystkim na zawartość tłuszczów, białek, glukozy i jonów sodowych. Zwiększa się także szybkość opadania krwinek, zmienia się liczba krwinek białych i poszczególnych ich postaci.

Także zażywane leki mają wpływ na wynik badania laboratoryjnego. Dlatego też, jeśli to możliwe, należy pobrać krew do badania przed zażyciem porannej dawki leków lub czasowo je odstawić, ale tylko po konsultacji z lekarzem. Leki mogą wpływać na wartości oznaczanych analitów oraz składników krwi w dwojaki sposób: biologiczny i analityczny. Wpływ biologiczny to efekt działania leku na organizm pacjenta (zmiany spowodowane uszkodzającym działaniem leków na narządy, szczególnie na wątrobę oraz nerki). Wpływ analityczny jest to interferencja leku z oznaczanym składnikiem, zależna nie tylko od leku, ale i od zastosowanej metody oznaczania. Na przykład witamina C (kwas askorbinowy) wpływa na wzrost stężenia glukozy [13] oznaczanej nie stosowanymi już metodami redukcijnymi, natomiast przy wykorzystaniu metody enzymatycznej nie zaobserwowano takiego wpływu.

Zanim zostanie pobrany materiał do badania, należy również dowiedzieć się, czy dzień wcześniej pacjent nie był diagnozowany z użyciem środka cieniującego, gdyż może on podnieść stężenie na przykład jodu związanego z białkiem, co może fałszować wynik innych badań tyreologicznych. Również po przeprowadzeniu badania palpacyjnego gruczołu krokowego może się utrzymywać przez kilka dni podwyższone stężenie izoenzymu sterczowego (fosfatazy kwaśnej). W takich przypadkach materiał biologiczny należy pobierać przed wymienionymi badaniami.

### **Pobieranie krwi do badań**

Istotnym i decydującym (a jednocześnie zależnym od wiedzy i umiejętności pielęgniarki) czynnikiem, szczególnie w przypadku posiewu bakteriologicznego krwi, jest odkażenie skóry oraz gumowego korka.

Przygotowując miejsce wkłucia, należy przestrzegać określonych procedur, takich jak: pierwsza dezynfekcja skóry przy użyciu 70-procentowego roztworu alkoholu etylowego, a następnie środkiem zawierającym jodynę o stężeniu 1–2%. Skóra powinna wyschnąć — nie należy nadmiaru środka dezynfekcyjnego wycierać gazikiem. Gumowe korki w butelce z podłożem należy również odkazić środkiem dezynfekcyjnym przed nakłuciem. W przypadku pobierania krwi do badań hematologicznych i biochemicznych skórę przemywa się tylko 70-procentowym roztworem alkoholu etylowego. Należy wówczas odczekać 15 sekund, aby środek dezynfekcyjny zadziałał i odparował. Pierwszą czynnością jest zdezynfekowanie miejsca wkłucia, a następnie założenie stazy. Opaskę uciskową (stazę) zakłada się 7–10 centymetrów powyżej miejsca wkłucia. Należy pamiętać, że powinna ona być założona na czas możliwie najkrótszy (maksymalnie nie może przekroczyć 1 minuty). Stazę należy zwolnić zaraz po wkłuciu się do żyły. Zbyt długie utrzymanie zaciśniętej stazy powoduje przemieszczenie wody i substancji małocząsteczkowych do przestrzeni pozanaczyniowej, czego wynikiem jest miejscowe zagęszczenie krwi [14]. Podobny wpływ na wynik badania ma długo zaciśnięta pięść lub kilka mocnych ruchów dłonią. Niemniej jednak, gdy naczynie jest słabo widoczne, dopuszczalne jest, aby pacjent zacisnął dłoń. Natomiast niedopuszczalne jest „oklepywanie” naczyń, co powoduje mechaniczne uszkodzenie erytrocytów.

W przypadku pobierania krwi z palca przed ukłuciem nie należy dezynfekować tego miejsca środkiem dezynfekcyjnym, ale poprosić pacjenta, aby umył dokładnie ręce mydłem i wodą. W przypadku gdy nie ma możliwości umycia rąk, dopuszczalne jest odkażenie palca środkiem dezynfekcyjnym, należy wtedy odczekać czas potrzebny na odparowanie środka. Pierwszą kroplę krwi należy zawsze usunąć, ponieważ jest ona w dużym stopniu mieszką krwi oraz płynu tkankowego. Praktykowaną czynnością jest tak zwane „masowanie” palca przed ukłuciem, dzięki czemu po ukłuciu krew wypływa w większej ilości. Aby uzyskać ten sam efekt bez „masowania”, wystarczy, aby pacjent umył ręce w ciepłej wodzie lub zanurzył w niej dłoń, z której będzie pobierana krew.

### **Użycie odpowiedniego sprzętu**

Z badań wynika, iż materiał, z jakiego jest zrobiona próbówka i strzykawka, ma także wpływ na wiarygodność wyniku. Zależność ta może mieć znaczenie w określaniu między innymi liczby trombocytów, których może być 15–20% mniej, jeśli krew zostanie pobrana do szklanej próbówki, zamiast do silikonowej. Związane jest to z różną podatnością niektórych białek, peptydów do adsorbowania się na powierzchni

próbówek [15]. Ponadto powierzchnia szkła jest bardziej porowata niż powierzchnia silikonowa i dlatego może to nasilać hemolizę — proces rozpadu erytrocytów, a w konsekwencji przedostanie się hemoglobiny oraz takich pierwiastków, jak na przykład potas czy chlorki do osocza, fałszując dodatnio ostateczny wynik badania.

Równie istotny wpływ na wynik ma także grubość igły. Użycie igły o zbyt małym przekroju, podobnie jak porowate szkło, może nasilać hemolizę [5]. Podczas pobierania krwi (cieńsze igły) zwiększa się ciśnienie w jej wnętrzu, co przy przepływie laminarnym i w wyniku częstszych przypadków ocierania się krwinek o siebie prowadzi do mechanicznej hemolizy. Kompromisem jest używanie igieł o przekroju 0,9 milimetra, w których hemoliza zachodzi w mniejszym stopniu niż w cieńszych igłach, a ich przekrój jest akceptowany przez pacjenta. Jedynie w przypadku kruchych, pękających naczyń oraz stanu hipowolemii, dopuszczalne jest pobranie krwi do badań za pomocą cienkich igieł. Według zasad podanych przez Komisję Standaryzacji Kolegium Medycyny Laboratoryjnej w Polsce dopuszczalne jest także pobieranie krwi przy użyciu wenflonu, jednak musi on być dokładnie oczyszczony. Po udrożnieniu wenflonu należy pobrać minimum 5 ml krwi, którą należy odrzucić, a dopiero następną porcję krwi przekazuje się do badania. Należy pamiętać, że krwi pobranej przez wenflon nie można używać do badań układu krzepnięcia.

Po pobraniu krew należy dokładnie wymieszać z antykoagulantem, delikatnie odwracając próbówkę o 180 stopni. Innym sposobem wymieszania krwi z antykoagulantem jest „toczenie” jej po dłoni w pozycji poziomej. Takie postępowanie minimalizuje hemolizę wywołaną nadmiernym wytrząsaniem próbówki. Sposoby mieszania krwi są takie same zarówno w systemie tradycyjnym, jak i próżniowym. Wprowadzenie systemu próżniowego wyeliminowało wiele czynników mających wpływ na wiarygodność wyniku, między innymi podciśnienie i nadciśnienie wywołane przez tłok strzykawki podczas zasysania i usuwania krwi do próbówki i z niej. Stosowanie systemu próżniowego gwarantuje pobranie odpowiedniej do zleconego badania ilości krwi, w prawidłowych proporcjach do antykoagulantu.

Osobnym problemem mającym wpływ na jakość wyniku badania jest również sytuacja, gdy krew jest ponownie przestrzykiwana ze strzykawki do próbówki przez igłę. Powoduje to nasiloną hemolizę.

### **Przechowywanie i transport próbek z krwią**

Ważnymi czynnikami mającymi wpływ na poprawność wyniku jest czas, który upłynął od momentu pobrania próbki do dostarczenia materiału do la-

boratorium i wykonania analizy, oraz miejsce przechowywania pobranych próbek krwi. Niewłaściwe przechowywanie oraz zbyt długie zwlekanie z dostarczeniem materiału biologicznego do badania może powodować zafałszowanie wyniku. Zasada powinna być, iż uzyskany materiał należy niezwłocznie dostarczyć do laboratorium. W przypadku gdy pielęgniarka na oddziale pobiera krew od kilku pacjentów, dopuszczalna jest chwilowa zwłoka. Czas ten jednak nie powinien przekroczyć 2 godzin od momentu pobrania.

Należy także przestrzegać zasad przechowywania materiału. Nie może on się znajdować w bezpośrednim sąsiedztwie źródeł ciepła i drgań, w miejscach nasłonecznionych lub w lodówce. Zarówno miejsce, jak i pozycja, w jakiej są przechowywane i transportowane próbki, są niezwykle istotne. Według procedur obowiązujących w szpitalach, materiał biologiczny jest transportowany w kuferkach (miejsce ciemne, chroniące przed nagłą zmianą temperatury), a próbki są ustawione w stojakach w pozycji pionowej. Wynika to z faktu, że kontakt krwi ze ściankami próbki może nasilać hemolizę oraz adsorbację niektórych białek. Jeżeli próbka znajduje się w pozycji poziomej, to krew ma kontakt z jej ściankami na większej powierzchni, niż gdyby była w pozycji pionowej.

Przedstawione powyżej uwagi dotyczące czynników mających wpływ na wiarygodność wyników badań laboratoryjnych w największej mierze zależą od pracy i wiedzy zespołu pielęgniarskiego oraz lekarskiego. Dlatego też na każdym oddziale powinny być opracowane procedury, w których ściśle zostaną wystandaryzowane zasady przygotowania pacjenta do poszczególnych badań, pobierania materiału biologicznego i jego transportu.

## Piśmiennictwo

1. Plebani M. Errors in clinical laboratories or errors in laboratory medicine? *Clin. Chem. Lab. Med.* 2006; 44 (6): 750–759.
2. Stroobands A., Goldschmidt H., Plebani M. Error budget calculations in laboratory medicine: linking the concepts of biological variation and allowable medical errors. *Clin. Chem. Acta* 2003; 333: 169–176.
3. Plebani M., Carraro P. Mistakes in a stat laboratory: types and frequency. *Clin. Chem.* 1997; 43 (8): 1348–1351.
4. Stankovic Ana K., Romeo P. The role of in vitro diagnostic companies in reducing laboratory error. *Clin. Chem. Lab. Med.* 2007; 45 (6): 781–788.
5. Ajeneye R. Pre-analytical quality assurances: a biomedical science perspective. *The Biomedical Scientist* 2007; 2: 86–87.
6. Rocker L., Schmidt H.M., Junge B., Hoffmeister H. Orthostasebedingte Fehler bei Laboratoriumsbefunden. *Med. Lab.* 1975; 28: 67–75.
7. Lippi G., Brocco G., Franchini M., Schena F., Guidi G. Comparison of serum creatinine, uric acid, albumin and glucose in male professional endurance athletes compared with healthy controls. *Clin. Chem. Lab. Med.* 2004; 42: 644–647.
8. Lippi G., Franchini M., Guidi G. Haematocrit measurement and antidoping policies. *Clin. Lab. Haematol.* 2002; 24: 65–66.
9. Lippi G., Brocco G., Salvagno G.L., Montagnana M., Dima F., Guidi G. High-workload endurance training may increase the serum ischemia modified albumin concentrations. *Clin. Chem. Lab. Med.* 2005; 43: 741–744.
10. Andrys-Wawrzyniak I., Jabłocka I. Chronobiologia, chronofarmakologia i ich miejsce w medycynie. Część I. *Farmacja Współczesna* 2008; 1: 94–108.
11. Reilly T., Waterhouse J., Edwards B. Some chronobiological and physiological problems associated with long-distance journeys. *Travel Med. Infect. Dis.* 2009; 7: 88–101.
12. Auger R., Morgenthaler T. Jet-lag and Shift work: (1) circa dian rhythms. *J. R. Soc. Med.* 1999; 92: 398–401.
13. Jaźwińska-Kuliś J. Źródła niepewności przedanalizycznej w badaniach laboratoryjnych. Część I. *Laboratorium* 2008; 4: 40–42.
14. Lippi G., Salvagno G.L., Montagnana M., Guidi G. Influence of short-term venous stasis on clinical chemistry testing. *Clin. Chem. Lab. Med.* 2005; 43: 869–875.
15. Preissner C.M., Reilly W.M., Cyr R.C., O'Kanr D.J., Singh R.J., Grebe S.K.G. Plastic versus glass tubes effect on analytical performance of selected serum and plasma hormone assays. *Clin. Chem.* 2004; 50: 1245–1247.