

Wyłącznie do diagnostyki *in vitro*
i do użytku profesjonalnego
Obsługa Klienta i Obsługa Techniczna: 1-800-822-2947
Klienci spoza USA: +49 6155 780 210

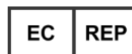
Ma zastosowanie wyłącznie dla klientów z USA
Podstawowe testy CLIA: krew pełna z heparyną
litową, Wyłącznie testy Moderate Complexity
(umiarkowana trudność): krew pełna z heparyną
litową, osocze z heparyną litową lub surowica



Abaxis, Inc.
3240 Whipple Rd.
Union City, CA 94587
USA



The Tao of Excellence GmbH
Vorstadt 26,
8200 Schaffhausen
Szwajcaria



ABAXIS Europe GmbH
Bunsenstr. 9-11
64347 Griesheim
Germany

1. Przeznaczenie

Dysk z odczynnikami do ogólnych oznaczeń biochemicznych Piccolo® 13 stosowany w połączeniu z biochemicznym analizatorem krwi Piccolo lub analizatorem biochemicznym Piccolo Xpress® służy do ilościowego oznaczania *in vitro* aminotransferazy alaninowej (ALT), albuminy, alkalicznej fosfatazy (ALP), amylazy, aminotransferazy asparaginianowej (AST), wapnia, kreatyniny, gamma-glutamylotransferazy (GGT), glukozy, bilirubiny całkowitej, białka całkowitego, azotu mocznikowego we krwi (BUN) oraz kwasu moczowego w heparynizowanej krwi pełnej, heparynizowanym osoczu lub surowicy.

Dotyczy tylko klientów w USA

Test z użyciem tego panelu nie podlega kontroli zgodnie z przepisami CLIA '88. W przypadku modyfikacji instrukcji systemowych dotyczących testu przez laboratorium test jest traktowany jako wysoce złożony i podlega wszystkim wymogom CLIA. W przypadku laboratoriów niepodlegających kontroli CLIA testować można tylko krew pełną pobraną z użyciem heparynianu litu. W przypadku stosowania w laboratoriach przeprowadzających oznaczenia o średniej złożoności można używać krwi pełnej i osocza pobranych z użyciem heparynianu litu lub surowicy w laboratoriach klinicznych lub podczas badań przyłóżkowych.

Aby przeprowadzać testy niepodlegające kontroli CLIA, wymagany jest certyfikat niepodlegania kontroli CLIA. Certyfikat ten można uzyskać w placówkach Centers for Medicare & Medicaid Services, CMS (Centra opieki medycznej i państwowej pomocy medycznej). W celu uzyskania takiego certyfikatu należy skontaktować się z komisją Commission on Laboratory Accreditation, COLA (Komisją ds. akredytacji laboratoriów) pod numerem 1-800-981-9883.

2. Podsumowanie i objaśnienie testów

Dysk z odczynnikami do biochemii ogólnej Piccolo 13 oraz analizator biochemiczny krwi Piccolo lub analizator biochemiczny Piccolo Xpress stanowią system do diagnostyki *in vitro* ułatwiający lekarzowi diagnozowanie następujących chorób:

Aminotransferaza alaninowa (ALT):	Choroby wątroby, w tym wirusowe zapalenie oraz marskość wątroby.
Albumina:	Choroby wątroby i nerek.
Alkaliczna fosfataza (ALP):	Choroby wątroby, kości, przytarczyc i jelit.
Amylaza:	Zapalenie trzustki.
Aminotransferaza asparaginianowa (AST)	Choroby wątroby, w tym zapalenie oraz żółtaczkę wirusową, wstrząs.
Wapń:	Choroby przytarczyc, kości i przewlekłe choroby nerek; tężyżka.
Kreatynina:	Choroby nerek oraz monitorowanie dializy nerek.
Gamma-glutamylotransferaza (GGT)	Choroby wątroby, w tym marskość alkoholowa oraz pierwotne i wtórne guzy wątroby.
Glukoza:	Zaburzenia metabolizmu węglowodanów, w tym cukrzyca oraz hipoglikemia u osób dorosłych i dzieci.
Bilirubina całkowita:	Zaburzenia pracy wątroby, w tym zapalenie oraz niedrożność pęcherzyka żółciowego, żółtaczkę.
Białko całkowite:	Choroby wątroby, nerek, szpiku kostnego, zaburzenia metaboliczne i odżywiania.
Azot mocznikowy we krwi (BUN):	Choroby nerek i zaburzenia metaboliczne.
Kwas moczowy:	Choroby nerek i zaburzenia metaboliczne, w tym niewydolność nerek i dna moczanowa.

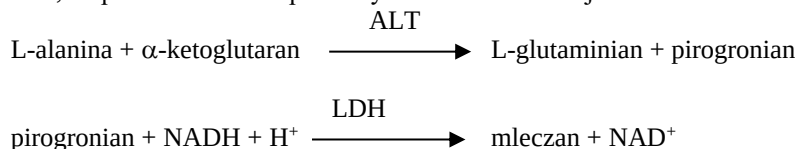
Tak jak w przypadku każdego badania diagnostycznego, przed postawieniem ostatecznej diagnozy należy uwzględnić wszystkie pozostałe badania wraz ze stanem klinicznym pacjenta.

3. Zasady testu

Aminotransferaza alaninowa (ALT)

Aminotransferazę alaninową (ALT) oznaczono trzema metodami. Dwie z tych metod — metoda kolorymetryczna z reakcją sprzężoną z udziałem dinitrofenylohydrazyny^{1,2} oraz oznaczenie enzymatyczne z wykorzystaniem fluorescencji — są rzadko używane.³ Metoda enzymatyczna oparta na opracowaniach Wróblewskiego i LaDue⁴ jest najczęściej stosowaną techniką oznaczania stężeń aminotransferazy alaninowej (ALT) w surowicy. Modyfikowaną procedurę Wróblewskiego i LaDue zaproponowano jako zalecaną przez organizację International Federation of Clinical Chemistry, IFCC (Międzynarodowa Federacja Chemii Klinicznej).⁵

Metoda stosowana w analizatorach Piccolo jest modyfikacją procedury zalecanej przez federację IFCC. W tej reakcji związek ALT katalizuje przeniesienie grupy aminowej od L-alaniny do α -ketoglutaranu w celu utworzenia L-glutaminianu i pirogronianu. Dehydrogenaza mleczanowa katalizuje konwersję pirogronianu do mleczanu. Jednocześnie cząsteczka NADH utlenia się do cząsteczki NAD^+ , co przedstawiono w poniższym schemacie reakcji.

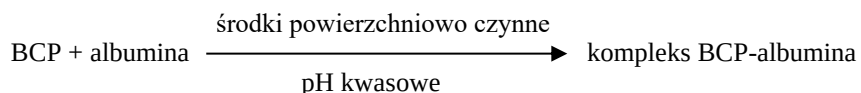


Zmiana różnicy absorbancji dla długości fal świetlnych wynoszących 340 nm i 405 nm jest spowodowana konwersją formy NADH do NAD^+ . Jest ona wprost proporcjonalna do ilości związku ALT w próbce.

Albumina (ALB)

Pierwsze metody oznaczania albumin to m.in. techniki polegające na frakcjonowaniu^{6,7,8} oraz określaniu zawartości tryptofanu w globulinach.^{9,10} Metody te są trudne w obsłudze i nie charakteryzują się dużą specyficznością. Za metody referencyjne uważa się dwie metody immunochemiczne. Są one jednak nieekonomiczne i czasochłonne.¹¹ Do oznaczania albumin najczęściej wykorzystuje się techniki wykorzystujące wiązanie barwnika. W metodach z zastosowaniem wiązania barwnika najczęściej używa się zieleni bromokrezolowej (BCG), może ona jednak powodować uzyskanie zbyt wysokiego stężenia albuminy, szczególnie przy dolnej wartości granicznej prawidłowego zakresu.¹² Najbardziej specyficznym ze stosowanych barwników jest purpura bromokrezolowa (BCP).^{13,14}

Purpura bromokrezolowa (BCP) po związaniu z albuminą zmienia kolor z żółtego na niebieski. Wraz ze zmianą koloru zmienia się wartość maksimum absorbancji.

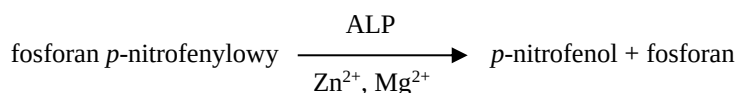


Ilość związanej albuminy jest proporcjonalna do stężenia albuminy w próbce. Jest to reakcja, dla której różnicę absorbancji oznacza się w punkcie końcowym przy długościach fal świetlnych wynoszących 600 nm i 550 nm.

Alkaliczna fosfataza (ALP)

Metody oznaczania alkalicznej fosfatazy opracowano po raz pierwszy ponad 60 lat temu. Niektóre z tych spektrofotometrycznych metod punktu końcowego lub dwóch punktów^{15,16} uważa się obecnie za przestarzałe lub mało skuteczne. Zastosowanie fosforanu *p*-nitrofenylowego (*p*-NPP) zwiększyło szybkość reakcji.^{17,18} Niezawodność tej techniki znacznie wzrosła dzięki zastosowaniu buforu przeznaczanego dla jonów metali w celu utrzymywania stałego stężenia jonów magnezu i cynku podczas reakcji.¹⁹ Metoda referencyjna według organizacji American Association for Clinical Chemistry, AACC (Amerykańskie Stowarzyszenie ds. Chemii Klinicznej)²⁰ wykorzystuje związek *p*-NPP jako substrat oraz bufor przeznaczony dla jonów metali.

Procedura Piccolo wykorzystuje modyfikowane metody zatwierdzone przez organizacje AACC i IFCC.²¹ Alkaliczna fosfataza hydrolizuje związek *p*-NPP w buforze przeznaczonym dla jonów metali, tworząc *p*-nitrofenol i fosforan.

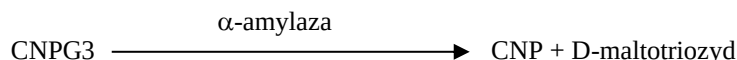


Ilość związku ALP w próbce jest proporcjonalna do zwiększenia różnicy absorbancji przy długościach fal świetlnych wynoszących 405 nm i 500 nm.

Amylaza (AMY)

W celu oznaczania amylazy opracowano 200 różnych testów. Większość procedur wykorzystuje buforowany roztwór polisacharydów, jednak stosowane są w nich różne techniki wykrywania. Metodom wiskozymetrycznym brakuje precyzji i dokładności²², natomiast w przypadku metod turbidymetrycznych i jodometrycznych występują problemy ze standaryzacją.^{23,24} Często używa się metod sacharogenicznych i chromolitycznych. „Klasyczną” techniką oznaczania amylazy jest metoda sacharogeniczna²⁵, jest ona jednak trudna i czasochłonna.²⁶ Ostatnio opracowano metody chromolityczne z zastosowaniem *p*-nitrofenylo-glikozydów jako substratów.²⁷ Oznaczenia te charakteryzuje większa specyficzność pod kątem amylazy trzustkowej niż amylazy ślinowej, a ich monitorowanie jest łatwe.²⁷

W metodzie Piccolo substrat, 2-chloro-*p*-nitrofenylo- α -D-maltotriozyd (CNPG3), reaguje z α -amylazą w próbce pacjenta, uwalniając 2-chloro-*p*-nitrofenol (CNP). Uwalnianie związku CNP powoduje zmianę koloru.

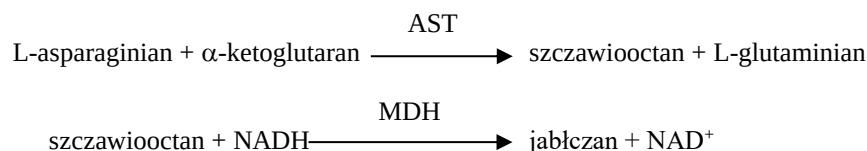


Reakcja jest oznaczana bichromatycznie przy długościach fal świetlnych wynoszących 405 nm i 500 nm. Zmiana absorbancji spowodowana powstawaniem związku CNP jest wprost proporcjonalna do aktywności α -amylazy w próbce.

Aminotransferaza asparaginianowa (AST)

Test aminotransferazy asparaginianowej (AST) opiera się na metodzie opracowanej przez Karmena²⁸ zmodyfikowanej przez Bergmeyer.²⁹ Aktualna metoda referencyjna według organizacji International Federation of Clinical Chemistry, IFCC (Międzynarodowa Federacja Chemii Klinicznej) wykorzystuje technikę Karmen/Bergmeyera polegającą na sprzęganiu dehydrogenazy jabłczanowej (MDH) i formy zredukowanej dinukleotydu nikotynoamidoadeninowego (NADH) podczas wykrywania związku AST w surowicy.^{29,30} Na potrzeby reakcji dodawana jest dehydrogenaza mleczanowa (LDH), aby zmniejszyć zakłócenia powodowane przez endogenne pirogronian.

Związek AST katalizuje reakcję L-asparaginianu i α -ketoglutaranu, w wyniku której powstaje szczawiooctan i L-glutaminian. Szczawiooctan jest konwertowany na jabłczan, a forma NADH jest utleniana do formy NAD⁺ za pomocą katalizatora MDH.

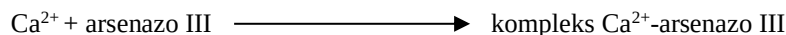


Współczynnik zmiany absorbancji przy długości fal świetlnych wynoszącej 340 nm/405 nm spowodowany przez konwersję formy NADH do NAD⁺ jest wprost proporcjonalny do ilości związku AST występującego w próbce.

Wapń (CA)

Pierwsza metoda używana do analizy wapnia polegała na wytrącaniu wapnia w obecności nadmiaru anionów.^{31,32,33} Metody z zastosowaniem wytrącania są pracochłonne i często niedokładne. Referencyjną metodą oznaczania wapnia jest atomowa spektroskopia absorpcyjna, nie nadaje się ona jednak do rutynowych zastosowań.³⁴ Najczęściej używa się metod spektrofotometrycznych wykorzystujących kompleks *o*-krezoftaleiny lub wskaźniki arsenazo III metalochromowe.^{35,36,37} Wskaźnik arsenazo III cechuje znaczne powinowactwo do wapnia oraz niezależność od temperatury (zależność od temperatury występuje w przypadku CPC).

Wapń w próbkach pacjentów wiąże się ze wskaźnikiem arsenazo III, tworząc kompleks wapń-barwnik.



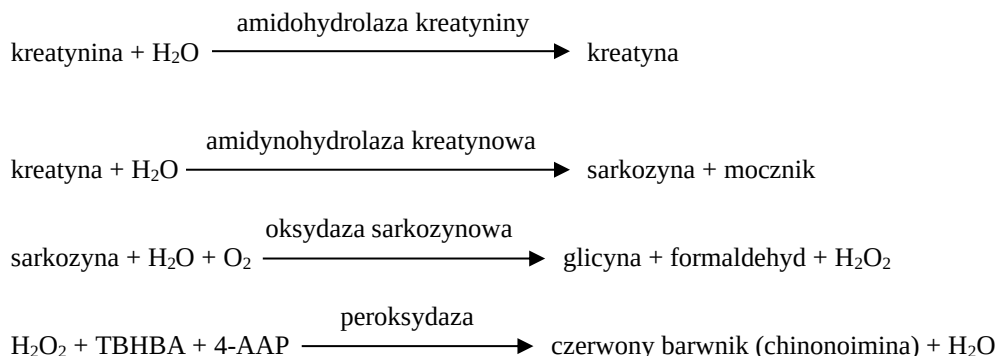
Pomiar dla reakcji przeprowadza się w punkcie końcowym przy długościach fal świetlnych wynoszących: 405 nm, 467 nm i 600 nm. Ilość wapnia całkowitego w próbce jest proporcjonalna do absorbancji.

Kreatynina (CRE)

Metoda Jaffe'a, zastosowana po raz pierwszy w roku 1886, nadal jest powszechnie stosowana w celu oznaczania poziomów kreatyniny we krwi. Aktualna metoda referencyjna łączy wykorzystanie ziemi fulerskiej (ziemi bielącej) w połączeniu z techniką Jaffe'a w celu zwiększenia specyficzności reakcji.^{38,39} Opracowano też metody enzymatyczne, które są bardziej specyficzne dla kreatyniny od różnych modyfikacji techniki Jaffe'a.^{40,41,42} W metodach wykorzystujących enzym — amidohydrolazę kreatyniny — zlikwidowano problem związany z zakłóceniami ze strony jonów amonowych, występujący w przypadku technik z zastosowaniem iminohydrolazy kreatyniny.⁴³

W sprzężonych reakcjach enzymatycznych amidohydrolaza kreatyniny hydrolizuje kreatyninę do kreatyny. Drugi enzym, amidohydrolaza kreatynowa, katalizuje tworzenie sarkozyny z kreatyny. Oksydaza sarkozynowa powoduje utlenianie

sarkozyny do glicyny, formaldehydu i nadtlenu wodoru (H_2O_2). W końcowym etapie, gdy zachodzi reakcja Trindera, peroksydaza katalizuje reakcję między nadtlaniem wodoru, kwasem 2,4,6-tribromo-3-hydroksybenzoesowym (TBHBA) oraz 4-aminoantypiryną (4-AAAP), w której powstaje czerwony barwnik — chinonoimina. Do mieszaniny reakcyjnej dodawane są sześciocyjanożelazian (II) potasu i oksydaza askorbinowa w celu minimalizacji potencjalnych zakłóceń ze strony odpowiednio bilirubiny i kwasu askorbinowego.



Do oznaczenia stężenia kreatyniny w próbce używa się dwóch kuwet. Endogenną kreatynę oznacza się w kuwecie do oznaczenia zerowego, a następnie odejmuje od sumy kreatyny endogennej i kreatyny utworzonej w reakcjach enzymatycznych w kuwecie testowej. Po wyeliminowaniu kreatyny endogennej z obliczeń stężenie kreatyniny jest proporcjonalne do intensywności otrzymanego koloru czerwonego. Pomiar dla reakcji przeprowadza się w punkcie końcowym. Jest to różnica absorbancji przy długościach fal świetlnych wynoszących 550 nm i 630 nm.

Wartość eGFR (obliczona)

Kreatyninę w surowicy oznacza się rutynowo jako wskaźnik czynności nerek. Ponieważ na stężenie kreatyniny ma wpływ wiek, płeć i pochodzenie etniczne, przewlekłej choroby nerek (CKD — Chronic Kidney Disease) można nie wykryć, oznaczając wyłącznie kreatyninę w surowicy. Dlatego w ramach programu National Kidney Disease Education Program (Narodowy Program Edukacji Chorób Nerek) zdecydowanie zaleca się, aby w przypadku oznaczania kreatyniny w surowicy u pacjentów w wieku lat 18 i starszych laboratoria rutynowo zgłaszały szacowaną wielkość filtracji kłębuszkowej (eGFR). Rutynowe zgłaszanie wartości eGFR wraz z wszystkimi oznaczeniami kreatyniny ułatwia laboratoriom identyfikację osób z osłabioną czynnością nerek oraz wykrywanie choroby CKD. Obliczone wartości eGFR wynoszące <60 ml/min wiążą się zazwyczaj z podwyższonym ryzykiem występowania choroby CKD.

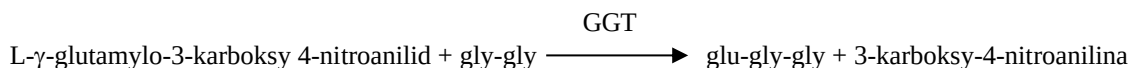
Obliczenia wartości eGFR w systemie Piccolo przeprowadza się, uwzględniając wiek, płeć i pochodzenie etniczne pacjenta. Metoda oznaczania kreatyniny w systemie Piccolo jest monitorowana względem metody referencyjnej IDMS dla kreatyniny, dlatego w celu obliczenia wartości eGFR można użyć poniższego równania MDRD.

$$\text{GFR (ml/min/1,73 m}^2\text{)} = 175 \times (\text{S}_{\text{Cr}})^{-1,154} \times (\text{wiek})^{-0,203} \times (0,742 \text{ dla kobiet}) \times (1,212 \text{ dla afroamerykanów})$$

Gamma-glutamylotransferaza (GGT)

Pierwsze opracowane metody oznaczania ilościowego gamma-glutamylotransferazy (GGT) zawierały drugą reakcję, w której powstawał barwnik azowy łączący się z chromoforem.^{44,45} Zmiana polegająca na zastosowaniu L- γ -glutamylu-*p*-nitroanilidu jako substratu reakcji wyeliminowała etap formowania barwnika.⁴⁶ Z powodu słabej rozpuszczalności i niewielkiej stabilności L- γ -glutamylu-*p*-nitroanilidu procedurę tę modyfikowano, stosując w zamian jako substrat L- γ -glutamylu-3-karboksy-4-nitroanilid.⁴⁷ Metoda oznaczania GGT zalecana przez organizację International Federation of Clinical Chemistry, IFCC (Międzynarodowa Federacja Chemii Klinicznej) wykorzystuje ten substrat, natomiast drugim substratem jest glicyloglicyna.⁴⁸

Firma Abaxis zmodyfikowała metodę zalecaną przez organizację IFCC tak, aby reakcja przebiegała w temperaturze 37°C. Dodanie próbki zawierającej gamma-glutamylotransferazę do substratów, L- γ -glutamylu-3-karboksy-4-nitroanilidu oraz glicyloglicyny (gly-gly), powoduje powstanie L- γ -glutamylu-glicyloglicyny (glu-gly-gly) oraz 3-karboksy-4-nitroaniliny.

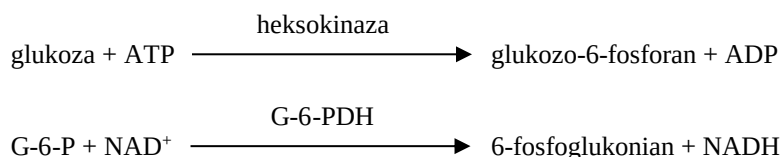


Absorbancja dla tej reakcji jest mierzona przy długości fal świetlnych wynoszącej 405 nm. Wytwarzanie 3-karboksy-4-nitroaniliny jest wprost proporcjonalne do aktywności związku GGT w próbce.

Glukoza (GLU)

Oznaczanie stężenia glukozy początkowo przeprowadzano, używając metod polegających na redukcji miedzi (np. metody Folin-Wu⁴⁹ i Somogyi-Nelson^{50,51}). Brak specyficzności tych technik doprowadził do opracowania procedur oznaczania ilościowego przy użyciu enzymów — heksokinazy i oksydazy glukozowej. Test służący do oznaczania glukozy przeprowadzany za pomocą dysku z odczynnikami do ogólnych oznaczeń biochemicznych Piccolo 13 to modyfikowana wersja metody wykorzystującej heksokinazę, którą zaproponowano jako podstawę referencyjnej metody oznaczania glukozy.⁵²

W wyniku reakcji glukozy z adenosynotrifosforanem (ATP), katalizowanej przez heksokinazę (HK), powstaje glukoza-6-fosforan (G-6-P) oraz adenosynodifosforan (ADP). Dehydrogenaza glukoza-6-fosforanowa (G-6-PDH) katalizuje reakcję G-6-P, w wyniku której powstaje 6-fosfoglukonian oraz redukcję dinukleotydu nikotynoamidoadeninowego (NAD⁺) do NADH.

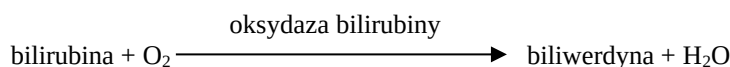


Absorbancja jest oznaczana bichromatycznie przy długościach fal świetlnych wynoszących 340 nm i 850 nm. Ilość wytworzonego związku NADH jest wprost proporcjonalna do ilości glukozy znajdującej się w próbce.

Bilirubina całkowita (TBIL)

Poziomy bilirubiny całkowitej oznaczano zazwyczaj za pomocą testów wykorzystujących diazowany kwas sulfanilowy.^{53,54} Opracowano też nowszą, bardziej specyficzną metodę z zastosowaniem enzymu — oksydazy bilirubiny.^{55,56,57} Oprócz wykorzystania bardziej specyficznej metody oznaczania bilirubiny całkowitej, w analizatorach Piccolo zminimalizowano fotodegradację analitu, ponieważ próbkę można testować bezpośrednio po pobraniu.

W procedurze wykorzystującej enzym bilirubina jest utleniana przez oksydazę bilirubiny do biliwerdyny.

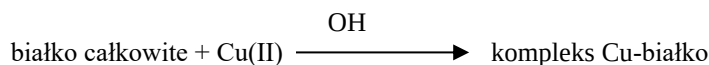


Ilość bilirubiny oznacza się, jako różnicę absorbancji przy długościach fal świetlnych wynoszących 467 nm i 550 nm. Początkowa absorbancja dla tej reakcji, dla której pomiar przeprowadza się w punkcie końcowym, jest ustalana przy użyciu kuwety do oznaczenia zerowego bilirubiny, a absorbancja końcowa jest ustalana przy użyciu kuwety testowej z bilirubiną. Ilość bilirubiny w próbce jest proporcjonalna do różnicy między początkowym i końcowym pomiarem absorbancji.

Białko całkowite (TP)

Metoda oznaczania białka całkowitego to modyfikowana reakcja biuretowa, znana z precyzji, dokładności i specyficzności.⁵⁸ Opracował ją Riegler,⁵⁹ a zmodyfikowali Weichselbaum⁶⁰ Doumas i in.⁶¹ Reakcję biuretową zaproponowano jako potencjalną metodę referencyjną oznaczania białka całkowitego.

W reakcji biuretowej do roztworu białka dodawane są jony miedzi [Cu(II)] w silnie alkalicznym środowisku. Aby zapobiec wytrącaniu się wodorotlenku miedzi (II) i autoredukcji miedzi dodawane są odpowiednio: winian sodowo-potasowy oraz jodek potasu.⁶⁰ Jony Cu(II) reagują z wiązaniami peptydowymi między atomami tlenu z grupy karbonylowej i azotu z grupy amidowej, tworząc kolorowy kompleks Cu-białko.



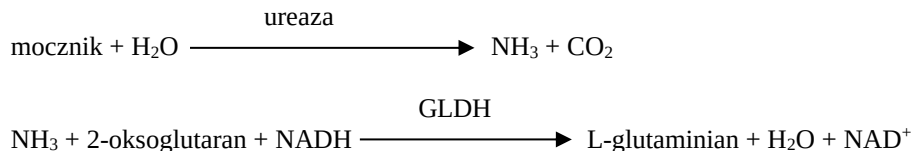
Ilość białka znajdującego się w próbce jest wprost proporcjonalna do absorbancji kompleksu Cu-białko. Test na białko całkowite jest reakcją, dla której pomiar przeprowadza się w punkcie końcowym. Absorbancję mierzy się jako różnicę absorbancji dla długości fal świetlnych wynoszących 550 nm i 850 nm.

Azot mocznikowy we krwi (BUN)

Mocznik można oznaczać metodą bezpośrednią lub pośrednią. Reakcja z udziałem monooksymu diacetylu (jedyna bezpośrednia metoda oznaczania mocznika) jest często stosowana, jednak wymaga użycia niebezpiecznych odczynników.⁶² Metody pośrednie polegają na oznaczaniu amoniaku powstałego z mocznika. Zastosowanie w nich enzymu — ureazy — zwiększyło specyficzność tych testów.⁶³ Amoniak jest oznaczany ilościowo różnymi metodami, w tym za pomocą nessleryzacji (miareczkowania acydymetrycznego), metodą Berthelota^{64,65} oraz z wykorzystaniem sprzężonych reakcji enzymatycznych.^{66,67} Podczas

oznaczania amoniaku za pomocą procedur Berthelota z użyciem katalizatora uzyskuje się jednak błędne wyniki.⁶⁸ Sprzężone reakcje enzymatyczne są szybkie, charakteryzują się dużą specyficznością dla amoniaku i są często używane. Jedną z takich reakcji zaproponowano jako potencjalną metodę referencyjną.⁶⁹

W sprzężonej reakcji enzymatycznej ureaza hydrolizuje mocznik do amoniaku i ditlenku węgla. Po połączeniu amoniaku z 2-oksoglutaranem i zredukowaną formą dinukleotydu nikotynoamidoadeninowego (NADH), enzym — dehydrogenaza glutaminianowa (GLDH) — utlenia formę NADH do NAD⁺.

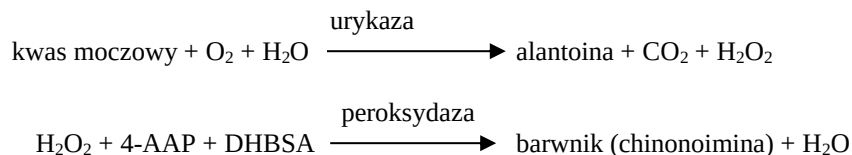


Zmiana różnicy absorbancji dla długości fal świetlnych wynoszących 340 nm i 405 nm jest spowodowana konwersją formy NADH do NAD⁺. Jest ona wprost proporcjonalna do ilości mocznika w próbce.

Kwas moczowy (UA)

Pierwsze metody ilościowego oznaczania stężeń kwasu moczowego we krwi opierały się na redukcji kwasu fosforowolframowego do błękitu wolframowego w alkalicznych roztworach kwasu moczowego.^{70,71} Opracowano test kwasu moczowego o lepszej specyficzności wykorzystujący enzym — urykazę. Metoda ta stała się od tego czasu standardową biochemiczną techniką oznaczania kwasu moczowego w warunkach klinicznych.⁷²

W metodzie tej reakcja z udziałem urykazy jest sprzężona z końcową reakcją Trindera katalizowaną przez peroksydazę.⁷³ Urykaza katalizuje utlenianie kwasu moczowego do alantoiny i nadtlenu wodoru. Peroksydaza katalizuje reakcję nadtlenu wodoru (H₂O₂), 4-aminoantypiryny (4-AAP) i kwasu 3,5-dichloro-2-hydroksybenzenosulfonowego (DHBSA), w wyniku której powstaje czerwony barwnik — chinonoimina. Do mieszaniny reakcyjnej dodawane są sześciocyjanożelazian (II) sodu i oksydaza askorbinowa w celu minimalizacji potencjalnych zakłóceń ze strony bilirubiny i kwasu askorbinowego.



Ilość kwasu moczowego w próbce jest wprost proporcjonalna do absorbancji barwnika (chinonoiminy). Absorbancję końcową tej reakcji mierzy się bichromatycznie (pomiar w punkcie końcowym) przy długościach fal świetlnych wynoszących 500 nm i 600 nm.

4. Zasady procedury

Zasady i ograniczenia procedury opisano w podręczniku operatora biochemicznego analizatora krwi Piccolo lub analizatora biochemicznego Piccolo Xpress.

5. Opis odczynników

Odczynniki

Każdy dysk z odczynnikami do ogólnych oznaczeń biochemicznych Piccolo 13 zawiera suche kulki odczynnikowe specyficzne dla określonego testu (opisane poniżej). W każdym dysku znajduje się suchy odczynnik do próby zerowej próbki (zawierający bufor, środki powierzchniowo czynne, substancje pomocnicze i środki konserwujące) przeznaczony do zastosowania podczas obliczania stężeń aminotransferazy alaninowej (ALT), albuminy (ALB), alkalicznej fosfatazy (ALP), amylazy (AMY), aminotransferazy asparaginianowej (AST), wapnia (CA), gamma-glutamylotransferazy (GGT), glukozy (GLU), azotu mocznikowego we krwi (BUN) i kwasu moczowego (UA). W dysku znajdują się specjalne odczynniki do oznaczenia zerowego kreatyniny (CRE), bilirubiny (TBIL) i białka całkowitego (TP). Każdy dysk z odczynnikami zawiera także rozcieńczalnik, w którego skład wchodzi środki powierzchniowo czynne, substancje pomocnicze i środki konserwujące.

Tabela 1: Odczynniki

Składnik	Ilość/dysk
Adenozyno -5'-difosforan	4 µg
Adenozyno-5'-trifosforan	11 µg
L-alanina	874 µg
Chlorowodorek 4-aminoantypiryny (4-AAP)	20 µg
Arsenazo III, sól sodowa	3 µg
Oksydaza askorbinowa (<i>Cucurbita spp.</i>)	0,5 U
Kwas L-asparaginowy	426 µg
Oksydaza bilirubiny	0,1 U
Purpura bromokrezolowa	2 µg
2-chloro- <i>p</i> -nitrofenylo- α -D-maltotriozyd (NPG3)	40 µg
Amidohydrolaza kreatynowa (<i>Actinobacillus spp.</i>)	2 U
Amidohydrolaza kreatyniny (<i>Pseudomonas spp.</i>)	1 U
Siarczan miedzi (II)	134 µg
Kwas 3,5-dichloro-2-hydroksybenzenosulfonowy (DHBSA)	37 µg
Dehydrogenaza glukozy-6-fosforanowa (drożdże)	0,05 U
Dehydrogenaza kwasu L-glutaminowego (wątroba wołowa)	0,01 U
Kwas L-glutaminowy γ -(3-karboksy-4-nitroanilid), sól amonowa	30 µg
Glicyloglicyna	317 µg
Heksokinaza (drożdże)	0,1 U
α -ketoglutaran, sól dwusodowa	28 µg
Kwas α -ketoglutarowy	72 µg
Dehydrogenaza mleczanowa (serce kurze)	0,002 U
Dehydrogenaza mleczanowa (LDH) (bakteryjna)	0,03 U
Dehydrogenaza mleczanowa (<i>Staphylococcus epidermidis</i>)	0,1 U
Octan magnezu	7 µg
Chlorek magnezu	3 µg
Dehydrogenaza jabłczanowa (MDH) (serce wieprzowe)	0,01 U
Dinukleotyd nikotynoamidoadeninowy (NAD ⁺)	20 µg
Zredukowana forma dinukleotydu nikotynoamidoadeninowego (NADH)	18 µg
Peroksydaza (chrzanowa)	0,8 U
Fosforan <i>p</i> -nitrofenylowy (p-NPP)	56 µg
Sześciocyjanożelazian (II) potasu	0,4 µg
Jodek potasu	56 µg
Oksydaza sarkozynowa (drobnoustroje)	0,6 U
Sześciocyjanożelazian (II) sodu	1 µg
Winian sodowo-potasowy	686 µg
Kwas 2,4,6-tribromo-3-hydroksybenzoesowy	188 µg
Ureaza (kanawalia mieczokształtna)	0,05 U
Urykaza (bakteryjna)	0,04 U
Siarczan cynku	3 µg
Bufory, środki powierzchniowo czynne, substancje pomocnicze i środki konserwujące	

Ostrzeżenia i środki ostrożności

- Do diagnostyki *in vitro*
- Pojemnik z rozcieńczalnikiem w dysku z odczynnikami jest otwierany automatycznie po zamknięciu szuflady analizatora. Dysku z otwartym pojemnikiem z rozcieńczalnikiem nie można używać ponownie. Przed zamknięciem szuflady należy się upewnić, że w dysku umieszczono próbkę lub materiał kontrolny.
- Zużyte dyski z odczynnikami zawierają ludzkie płyny ustrojowe. Podczas obsługi dysków oraz utylizacji zużytych dysków należy przestrzegać dobrych praktyk laboratoryjnych związanych z zapewnieniem bezpieczeństwa.⁷⁴ Instrukcje dotyczące czyszczenia rozlanych płynów niebezpiecznych biologicznie zawiera podręcznik operatora biochemicznego analizatora krwi Piccolo lub analizatora biochemicznego Piccolo Xpress.

- Dyski z odczynnikami są plastikowe i w przypadku upuszczenia mogą pęknąć lub się wyszczerbić. **W żadnym wypadku nie wolno** używać dysku, który upuszczono, gdyż mogłoby to spowodować przedostanie się substancji niebezpiecznych biologicznie do wnętrza analizatora.
- Kulki odczynnikowe mogą zawierać kwasy lub substancje żrące. W przypadku przestrzegania zalecanych procedur operator nie ma styczności z tymi kulkami. W sytuacji wymagającej manipulowania kulkami (np. przy czyszczeniu po upuszczeniu i pęknięciu dysku z odczynnikami) należy unikać połykania, kontaktu ze skórą oraz wdychania kulek odczynnikowych.

Instrukcje dotyczące postępowania z odczynnikami

Dyski z odczynnikami można używać bezpośrednio po wyjęciu z lodówki, bez ich ogrzewania. Przed użyciem dysków nie należy pozostawiać w temperaturze pokojowej przez czas dłuższy niż 48 godzin. Należy otworzyć szczelnie zamknięty woreczek foliowy i wyjąć dysk, uważając, aby nie dotknąć opaski z kodem paskowym znajdującej się u góry dysku. Z dysku należy korzystać zgodnie z instrukcjami podanymi w podręczniku operatora biochemicznego analizatora krwi Piccolo lub analizatora biochemicznego Piccolo Xpress. Dysk, którego nie użyto w ciągu 20 minut od otwarcia woreczka, należy wyrzucić.

Przechowywanie

Dyski z odczynnikami należy przechowywać w szczelnie zamkniętych woreczkach, w których zostały dostarczone, w temperaturze 2–8°C (36–46°F). Nie narażać otwartych ani zamkniętych dysków na bezpośrednie działanie światła słonecznego lub temperatur przekraczających 32°C (90°F). Dyski z odczynnikami można zużyć do upływu terminu ważności podanego na opakowaniu. Termin ważności jest też zakodowany w kodzie paskowym wydrukowanym na opasce. W przypadku przeterminowania odczynników na ekranie biochemicznego analizatora krwi Piccolo lub analizatora biochemicznego Piccolo Xpress zostanie wyświetlony komunikat o błędzie.

Oznaki niestabilności/pogorszenia właściwości dysku z odczynnikami

Rozdarcie lub uszkodzenie woreczka w inny sposób może umożliwić przedostawanie się wilgoci do nieużywanego rotora oraz spowodować negatywny wpływ na działanie odczynników. Nie należy używać rotora z uszkodzonego woreczka.

6. Urządzenie

Kompletne informacje dotyczące korzystania z analizatora omówiono w Podręczniku operatora biochemicznego analizatora krwi Piccolo lub analizatora biochemicznego Piccolo Xpress.

7. Pobieranie i przygotowywanie próbek

Techniki pobierania próbek opisano w rozdziale „Pobieranie próbek” podręcznika operatora biochemicznego analizatora krwi Piccolo lub analizatora biochemicznego Piccolo Xpress.

- Minimalna wymagana objętość próbki wynosi ~100 µl heparynizowanej krwi pełnej, heparynizowanego osocza, surowicy lub materiału kontrolnego. Komora próbki w dysku z odczynnikami może zawierać do 120 µl próbki.
- Próbki krwi pełnej pobranej przez nakłucie żyły powinny być jednorodne przed ich przeniesieniem do dysku z odczynnikami. Tuż przed ich przeniesieniem należy kilkakrotnie delikatnie odwrócić probówkę z próbką. Nie należy wytrząsać probówki z próbką, gdyż może to spowodować hemolizę.
- Próbki krwi pełnej pobranej poprzez nakłucie żyły należy przeanalizować w ciągu 60 minut od pobrania.⁷⁵ Na stężenie **glukozy** wpływ ma czas od ostatniego posiłku pacjenta oraz rodzaj pobranej próbki. Aby dokładnie oznaczyć stężenie glukozy, próbki należy pobrać od pacjenta nieprzyjmującego posiłków od co najmniej 12 godzin. W nieodwirowanych próbkach przechowywanych w temperaturze pokojowej stężenie glukozy spada w tempie około 5–12 mg/dl na godzinę.⁷⁶
- Schłodzenie w lodówce próbek krwi pełnej może spowodować znaczne zmiany stężeń **aminotransferazy asparaginianowej, kreatyniny i glukozy**.⁷⁷ Jeśli próbki nie można przeanalizować w ciągu 60 minut, można z niej oddzielić osocze lub surowicę i przechowywać je w zamkniętych probówkach na próbki w temperaturze 2–8°C (36–46°F).
- Na wyniki oznaczeń **bilirubiny całkowitej** niekorzystny wpływ może mieć fotodegradacja.⁷⁸ Próbki krwi pełnej, których nie poddano niezwłocznej analizie, należy przechowywać w ciemnym miejscu przez maksymalnie 60 minut. Jeśli próbki nie można przeanalizować w tym czasie, należy z niej oddzielić osocze lub surowicę i umieścić je w zamkniętej probówce na próbkę w ciemnym miejscu i niskiej temperaturze.⁷⁹

- Z próbkami krwi pełnej lub osocza należy używać wyłącznie próżniowych probówek do pobierania próbek z heparynianem litu (z zieloną zatyczką). Z próbkami surowicy należy używać próżniowych próbek bez antykoagulantu (z czerwoną zatyczką) lub probówek do separacji surowicy (z czerwoną lub czerwono-czarną zatyczką).
- Test należy rozpocząć w ciągu 10 minut od przeniesienia próbki do dysku z odczynnikami.

8. Procedura

Dostarczane materiały

- Jeden dysk z odczynnikami do ogólnych oznaczeń biochemicznych Piccolo 13, PN: 400-1029 (pudełko dysków, PN: 400-0029)

Materiały wymagane, ale niedostarczane z produktem

- Biochemiczny analizator krwi Piccolo lub analizator biochemiczny Piccolo Xpress
- Pipety do przenoszenia próbek (o stałej objętości wynoszącej ok. 100 µl) i ich końcówki są dostarczane z każdym biochemicznym analizatorem krwi Piccolo i analizatorem biochemicznym Piccolo Xpress. Można je też zamawiać w firmie Abaxis.
- Dostępne na rynku odczynniki kontrolne zalecane przez firmę Abaxis (w celu uzyskania informacji dotyczących zatwierdzonych materiałów kontrolnych i oczekiwanych wartości należy skontaktować się z działem pomocy technicznej firmy Abaxis).
- Licznik czasu

Parametry testu

Biochemiczny analizator krwi Piccolo lub analizator biochemiczny Piccolo Xpress można obsługiwać w temperaturze otoczenia wynoszącej od 15°C do 32°C (59–90°F). Czas analizy każdego dysku z odczynnikami do ogólnych oznaczeń biochemicznych Piccolo 13 wynosi mniej niż 14 minut. Dysk z odczynnikami na czas trwania oznaczenia jest utrzymywany przez analizator w temperaturze 37°C (98,6°F).

Procedura testu

Kompletną procedurę pobierania próbek oraz procedury obsługi krok po kroku opisano w podręczniku operatora biochemicznego analizatora krwi Piccolo lub analizatora biochemicznego Piccolo Xpress.

Kalibracja

Biochemiczny analizator krwi Piccolo lub analizator biochemiczny Piccolo Xpress jest kalibrowany przez producenta przed wysyłką. Kod paskowy wydrukowany na opasce zawiera wymagane przez analizator dane kalibracyjne specyficzne dla dysku. Więcej informacji na ten temat zawiera podręcznik operatora analizatora biochemicznego Piccolo lub Piccolo Xpress.

Kontrola jakości

Informacje na ten temat zawiera rozdział 2.4 podręcznika operatora analizatora Piccolo lub rozdział 6 (Kalibracja i kontrola jakości) podręcznika operatora analizatora Piccolo Xpress. Działanie biochemicznego analizatora krwi Piccolo lub analizatora biochemicznego Piccolo Xpress można zweryfikować, analizując materiały kontrolne. Listę zatwierdzonych materiałów do kontroli jakości wraz z dopuszczalnymi zakresami wartości można uzyskać w dziale pomocy technicznej firmy Abaxis. Inne materiały kontrolne oparte na ludzkiej surowicy lub osoczu mogą nie być zgodne z oznaczeniem. Materiały do kontroli jakości należy przechowywać zgodnie z informacjami w instrukcji bezpośrednio dołączonej do tych materiałów.

Jeśli wyniki kontroli przekraczają dopuszczalny zakres wartości, należy ją jednokrotnie powtórzyć. Jeśli jej wartości nadal przekraczają ten zakres, należy skontaktować się z działem pomocy technicznej. Nie należy zgłaszać wyników testu, jeśli wartości uzyskane dla materiałów kontrolnych przekraczają wyznaczone limity. Szczegółowe instrukcje dotyczące analizowania, rejestrowania, interpretacji i wykreślenia wyników kontroli zawiera podręcznik operatora analizatora Piccolo lub Piccolo Xpress.

Laboratoria niepodlegające kontroli: firma Abaxis zaleca przeprowadzanie testów kontrolnych zgodnie z poniższymi zaleceniami:

- co najmniej co 30 dni;
- zawsze w przypadku znacznej zmiany warunków laboratoryjnych, np. po przeniesieniu analizatora Piccolo w nowe miejsce lub przy zmianach kontrolowania temperatury;
- gdy zalecane jest szkolenie lub ponowne szkolenie personelu;
- z każdą nową serią odczynników (testy niepodlegające kontroli CLIA w laboratoriach niepodlegających tej kontroli).

Laboratoria podlegające kontroli: Firma Abaxis zaleca, aby testy kontrolne były zgodne z wytycznymi federalnymi, stanowymi i lokalnymi.

9. Wyniki

Biochemiczny analizator krwi Piccolo lub analizator biochemiczny Piccolo Xpress automatycznie oblicza i drukuje stężenia analitu w próbce. Szczegółowe informacje dotyczące obliczeń dla reakcji, dla których przeprowadza się pomiary w punkcie końcowym i pomiary kinetyczne, zawiera podręcznik operatora biochemicznego analizatora krwi Piccolo lub analizatora biochemicznego Piccolo Xpress.

W podręczniku operatora opisano także interpretację wyników. Wyniki są drukowane na kartach wyników dostarczanych przez firmę Abaxis. Tył kart wyników jest samoprzylepny, aby ułatwić ich umieszczenie w dokumentacji pacjenta.

10. Ograniczenia procedury

Ogólne ograniczenia procedury omówiono w podręczniku operatora biochemicznego analizatora krwi Piccolo lub analizatora biochemicznego Piccolo Xpress.

- Jedynym antykoagulantem **zalecanym do stosowania** z biochemicznym analizatorem krwi Piccolo lub analizatorem biochemicznym Piccolo Xpress jest **heparynian litu**. Nie należy używać heparynianu sodu.
- Firma Abaxis przeprowadziła badania, które wykazały, że EDTA, fluorki, szczawiany oraz wszystkie antykoagulanty zawierające jony amonowe kolidują z co najmniej jednym związkiem chemicznym znajdującym się w dysku z odczynnikami do ogólnych oznaczeń biochemicznych Piccolo 13.
- Wyniki dla próbek z hematokrytem przekraczającym 62–65% objętości skoagulowanych krwinek czerwonych (ułamek objętościowy wynoszący 0,62–0,65) mogą być nieprawidłowe. Próbkę o wysokim hematokrycie mogą być zgłaszane jako zhemolizowane. Próbkę tę można odwirować w celu oddzielenia osocza, a następnie ponownie przeanalizować w nowym dysku z odczynnikami.
- **Każdy uzyskany w określonym teście wynik przekraczający zakres dopuszczalny dla oznaczenia należy przeanalizować za pomocą innej zatwierdzonej metody lub wysłać do innego laboratorium. Nie należy rozcieńczać próbki i analizować jej ponownie za pomocą biochemicznego analizatora krwi Piccolo lub analizatora biochemicznego Piccolo Xpress.**

Ostrzeżenie: Dokładne testy biochemicznego analizatora krwi Piccolo i analizatora biochemicznego Piccolo Xpress wykazały, że w bardzo rzadkich przypadkach próbki umieszczone w dysku z odczynnikami mogą nie spływać równomiernie do komory próbki. Z powodu nierównomiernego przepływu przeanalizowana może zostać niewłaściwa ilość próbki. Z tego powodu część wyników może przekraczać referencyjne zakresy wartości. Próbkę taką można przeanalizować ponownie za pomocą nowego dysku z odczynnikami.

Zakłócenia

Przetestowano różne substancje mogące zakłócać oznaczenia analitów. Przygotowano pule surowicy ludzkiej. Badane stężenie poszczególnych potencjalnych substancji zakłócających oparto na poziomach testowych podanych w dokumencie NCCLS EP7-P.⁸⁰

Wpływ substancji endogennych

- Fizjologiczne stany zakłócające (hemoliza, żółtaczka i lipemia) powodują zmiany zgłaszanych stężeń niektórych analitów. U dołu każdej karty wyników drukowane są wskaźniki dla próbek informujące operatora o poziomach substancji zakłócających występujących w każdej próbce.
- System biochemiczny do analizy krwi Piccolo lub analizator biochemiczny Piccolo Xpress pomijają wszystkie wyniki, na które wpływa zakłócenie o wartości >10% spowodowane hemolizą, lipemią lub żółtaczką. Na karcie wyników w miejscu wyniku nanoszony jest odpowiednio tekst „HEM”, „LIP” lub „ICT”.
- Aby uzyskać informacje na temat maksymalnych poziomów substancji endogennych, należy skontaktować się z działem pomocy technicznej firmy Abaxis.

Wpływ substancji egzogennych i terapeutycznych

- Na podstawie zaleceń Younga wybrano trzydzieści pięć substancji egzogennych i terapeutycznych potencjalnie zakłócających metody testowe firmy Abaxis.⁸¹ Znaczne zakłócenia zdefiniowano jako przesunięcie wyniku wynoszące > 10% dla próbki w prawidłowym zakresie. Do pul surowicy ludzkiej dodano znane stężenia leków lub substancji chemicznych, a następnie przeanalizowano uzyskane w ten sposób próbki.

Tabela 2: Oceniane substancje egzogenne i terapeutyczne

	Zakres fizjologiczny lub terapeutyczny ⁸⁰⁻⁸⁵ (mg/dl)	Najwyższe zbadane stężenie (mg/dl)
Acetaminofen	1–2	100
Acetylooctan	0,05–3,60	102
Kwas acetylosalicylowy	2–10	50
Ampicylina	0,5	30
Kwas askorbinowy	0,8–1,2	20
Kofeina	0,3–1,5	10
Chlorek wapnia	—	20
Cefalotyna (Keflin)	10	400
Chloramfenikol	1–2,5	100
Cymetydyna	0,1–1	16
Lewodopa	—	5
Dopamina	—	19
Epinefryna	—	1
Erytromycyna	0,2–2,0	10
Glutation	—	30
Ibuprofen	0,5–4,2	50
Izoniazyd	0,1–0,7	4
α -ketoglutaran	—	5
Ketoprofen	—	50
Metocylicyna	—	100
Metotreksat	0,1	0,5
Metyldopa	0,1–0,5	0,5
Metronidazol	0,1	5
Nafcylicyna	—	1
Nitrofurantoina	0,2	20
Oksacylicyna	—	1
Szczawiooctan	—	132
Fenytoina	1–2	3
Prolina	—	4
Pirogronian	0,3–0,9	44
Rifampicycyna	0,4–3	1,5
Kwas salicylowy	15–30	25
Sulfasalazyna	2–4	10
Sulfanilamid	10–15	50
Teofilina	1–2	20

- Dla poniższych substancji wykazano zakłócenia przekraczające 10%. Znaczne zakłócenia zdefiniowano jako przesunięcie wyniku wynoszące >10% dla próbki w prawidłowym zakresie. Do pul surowicy ludzkiej dodano znane stężenia leków lub substancji chemicznych, a następnie przeanalizowano uzyskane w ten sposób próbki.

Tabela 3: Substancje powodujące znaczne zakłócenia (>10%)

	Zakres fizjologiczny/ terapeutyczny⁸⁰⁻⁸⁵ (mg/dl)	Stężenie, przy którym występuje zakłócenie > 10% (mg/dl)	Zakłócenie (%)
Aminotransferaza alaninowa (ALT)			
Kwas askorbinowy	0,8–1,2	20	11% wzr.*
Szczawiooctan	—	132	843% wzr.
Albumina (ALB)			
Acetylooctan	0,05–3,60	102	18% spd.*
Ampicylina	0,5	30	12% spd.
Kofeina	0,3–1,5	10	14% spd.
Chlorek wapnia	—	20	17% spd.
Cefalotyna (Keflin)	10	400	13% wzr.
Ibuprofen	0,5–4,2	50	28% wzr.
α -ketoglutaran	—	5	11% spd.
Nitrofurantoina	0,2	20	13% spd.
Prolina	—	4	12% wzr.
Sulfasalazyna	2–4	10	14% spd.
Sulfanilamid	10–15	50	12% spd.
Teofilina	1–2	20	11% spd.
Alkaliczna fosfataza (ALP)			
Teofilina	1–2	20	42% spd.
Kreatynina (CRE)			
Kwas askorbinowy	0,8–1,2	20	11% spd.
Dopamina	—	19	80% spd.
Lewodopa	—	5	71% spd.
Epinefryna	—	1	45% spd.
Glutation	—	30	13% spd.
Głukoza (GLU)			
Szczawiooctan	—	132	11% spd.
Pirogronian	0,3–0,9	44	13% spd.
Bilirubina całkowita (TBIL)			
Dopamina	—	19	55% spd.
Lewodopa	—	5	17% spd.
Kwas moczowy			
Kwas askorbinowy	0,8–1,2	20	13% spd.
Epinefryna	—	1	14% spd.
Lewodopa	—	5	78% spd.
Metildopa	0,1–0,5	0,5	12% spd.
Rifampicyna	0,4–3	1,5	14% spd.
Kwas salicylowy	15–30	25	20% spd.

* spd. = spadek; wzr. = wzrost.

Więcej informacji dotyczących potencjalnych chemicznych substancji zakłócających można znaleźć w pozycjach wymienionych w bibliografii.

11. Oczekiwane wartości

W celu określenia zakresów referencyjnych dla substancji: ALT, albuminy, ALP, amylazy, wapnia, kreatyniny, glukozy, bilirubiny całkowitej, białka całkowitego i BUN użyto łącznie 193 próbek pobranych od dorosłych mężczyzn i kobiet, które przeanalizowano za pomocą biochemicznego analizatora krwi Piccolo. W celu określenia zakresu referencyjnego dla związku AST i kwasu moczowego użyto łącznie 186 próbek pobranych od dorosłych mężczyzn i kobiet. W celu określenia zakresu referencyjnego dla związku GGT użyto łącznie 131 próbek pobranych od dorosłych mężczyzn i kobiet. Powyższe zakresy mają jedynie charakter poglądowy. Zaleca się ustalenie w placówce zakresów prawidłowych dla określonej populacji pacjentów.

Tabela 4: Zakresy referencyjne dla systemu Piccolo

Analit	Jednostki tradycyjne	Jednostki układu SI
Aminotransferaza alaninowa (ALT)	10–47 U/l	10–47 U/l
Albumina (ALB)	3,3–5,5 g/dl	33–55 g/l
Alkaliczna fosfataza (ALP)		
Kobiety	42–141 U/l	42–141 U/l
Mężczyźni	53–128 U/l	53–128 U/l
Amylaza (AMY)	14–97 U/l	14–97 U/l
Aminotransferaza asparaginianowa (AST)	11–38 U/l	11–38 U/l
Wapń (CA)	8,0–10,3 mg/dl	2,00–2,58 mmol/l
Kreatynina (CRE)	0,6–1,2 mg/dl	53–106 µmol/l
Gamma-glutamylotransferaza (GGT)	5–65 U/l	5–65 U/l
Glukoza (GLU)	73–118 mg/dl	4,05–6,55 mmol/l
Bilirubina całkowita (TBIL)	0,2–1,6 mg/dl	3,4–27,4 µmol/l
Białko całkowite (TP)	6,4–8,1 g/dl	64–81 g/l
Azot mocznikowy we krwi (BUN)	7–22 mg/dl	2,5–7,9 mmol/l mocznika
Kwas moczowy (UA)		
Kobiety	2,2–6,6 mg/dl	0,13–0,39 mmol/l
Mężczyźni	3,6–8,0 mg/dl	0,21–0,47 mmol/l

12. Charakterystyka robocza

Liniowość

Właściwości chemiczne każdego analitu są liniowe w zakresie dynamicznym podanym poniżej, gdy biochemiczny analizator krwi Piccolo lub analizator biochemiczny Piccolo Xpress jest obsługiwany zgodnie z zalecaną procedurą (patrz podręcznik operatora odpowiedniego analizatora).

Tabela 5: Zakresy dynamiczne w systemie Piccolo

Analit	Jednostki tradycyjne	Jednostki układu SI
Aminotransferaza alaninowa (ALT)	5–2000 U/l	5–2000 U/l
Albumina (ALB)	1–6,5 g/dl	10–65 g/l
Alkaliczna fosfataza (ALP)	5–2400 U/l	5–2400 U/l
Amylaza (AMY)	5–4000 U/l	5–4000 U/l
Aminotransferaza asparaginianowa (AST)	5–2000 U/l	5–2000 U/l
Wapń	4,0–16,0 mg/dl	1,0–4,0 mmol/l
Kreatynina	0,2–20 mg/dl	18–1768 µmol/l
Gamma-glutamylotransferaza (GGT)	5–3000 U/l	5–3000 U/l
Glukoza	10–700 mg/dl	0,56–38,9 mmol/l
Bilirubina całkowita (TBIL)	0,1–30 mg/dl	1,7–513 µmol/l
Białko całkowite (TP)	2–14 g/dl	20–140 g/l
Azot mocznikowy we krwi (BUN)	2–180 mg/dl	0,7–64,3 mmol/l mocznika
Kwas moczowy	1–15 mg/dl	0,1–0,9 mmol/l

Jeśli stężenie analitu przekracza zakres pomiarowy (dynamiczny), ale jest mniejsze od limitu zakresu systemowego, na wydrukowanej karcie przy górnym limicie pojawi się znak „>” oraz gwiazdka po liczbie, np. ALT >2000* U/l. Jeśli jest ono niższe od zakresu dynamicznego, wydrukowany zostanie znak „<” oraz gwiazdka, np. ALT <5* U/l. W przypadku wartości

znacznie przekraczających zakres pomiarowy (systemowy), zamiast wyniku wydrukowany zostanie znak „~~~~”. Za każdym razem gdy na wydrukowanej karcie pojawia się znak „~~~~”, należy pobrać nową próbkę i ponownie przeprowadzić test. Jeśli wyniki dla drugiej próbki zostaną znowu pominięte, należy zadzwonić do działu obsługi klienta firmy Abaxis.

Czułość (limity wykrywania)

Dolne limity zgłaszanego (dynamicznego) zakresu poszczególnych analitów: aminotransferaza alaninowa — 5 U/l; albumina — 1 g/dl (10 g/l); alkaliczna fosfataza — 5 U/l; amylaza — 5 U/l; aminotransferaza asparaginianowa — 5 U/l; wapń — 4,0 mg/dl (1,0 mmol/l); kreatynina — 0,2 mg/dl (18 µmol/l); gamma-glutamylotransferaza — 5 U/l; glukoza — 10 mg/dl (0,56 mmol/l); bilirubina całkowita — 0,1 mg/dl (1,7 µmol/l); białko całkowite — 2 g/dl (20 g/l); azot mocznikowy we krwi — 2,0 mg/dl (0,7 mmol/l mocznika) oraz kwas moczowy — 1 mg/dl (0,1 mmol/l).

Precyzja

Badania precyzji przeprowadzono według wytycznych NCCLS EP5-T2.⁸⁶ Wyniki dla precyzji w obrębie serii i całkowitej uzyskano, testując dwa poziomy materiału kontrolnego. Próbkę kontrolną analizowano dwukrotnie, dwa razy każdego dnia, przez 20 dni w okresie czterech tygodni. Wyniki badań precyzji przedstawiono w tabeli 6.

Tabela 6: Precyzja (N = 80)

Analit	W obrębie serii	Całkowita
Aminotransferaza alaninowa (U/l)		
<u>Poziom 1 materiału kontrolnego</u>		
Średnia	21	21
SD	2,76	2,79
%CV	13,4	13,5
<u>Poziom 2 materiału kontrolnego</u>		
Średnia	52	52
SD	2,70	3,25
%CV	5,2	6,2
Albumina (g/dl)		
<u>Poziom 1 materiału kontrolnego</u>		
Średnia	5,6	5,6
SD	0,09	0,11
%CV	1,7	2,1
<u>Poziom 2 materiału kontrolnego</u>		
Średnia	3,7	3,7
SD	0,07	0,11
%CV	2,0	2,9
Alkaliczna fosfataza (U/l)		
<u>Poziom 1 materiału kontrolnego</u>		
Średnia	39	39
SD	1,81	2,29
%CV	4,6	5,8
<u>Poziom 2 materiału kontrolnego</u>		
Średnia	281	281
SD	4,08	8,75
%CV	1,5	3,1
Amylaza (U/l)		
<u>Poziom 1 materiału kontrolnego</u>		
Średnia	46	46
SD	2,40	2,63
%CV	5,2	5,7
<u>Poziom 2 materiału kontrolnego</u>		
Średnia	300	300
SD	11,15	11,50
%CV	3,7	3,8

Tabela 6 Precyzja (N = 80) (cd.)

Analit	W obrębie serii	Całkowita
Aminotransferaza asparaginianowa (U/l)		
<u>Poziom 1 materiału kontrolnego</u>		
Średnia	47	49
SD	0,98	0,92
%CV	2,1	1,9
<u>Poziom 2 materiału kontrolnego</u>		
Średnia	145	147
SD	1,83	1,70
%CV	1,3	1,2
Wapń (mg/dl)		
<u>Poziom 1 materiału kontrolnego</u>		
Średnia	8,6	8,6
SD	0,21	0,25
%CV	2,4	2,9
<u>Poziom 2 materiału kontrolnego</u>		
Średnia	11,8	11,8
SD	0,39	0,40
%CV	3,3	3,4
Kreatynina (mg/dl)		
<u>Poziom 1 materiału kontrolnego</u>		
Średnia	1,1	1,1
SD	0,14	0,14
%CV	12,5	13,1
<u>Poziom 2 materiału kontrolnego</u>		
Średnia	5,2	5,2
SD	0,23	0,27
%CV	4,4	5,2
Gamma-glutamylotransferaza (U/l)		
<u>Poziom 1 materiału kontrolnego</u>		
Średnia	25	25
SD	0,59	0,74
%CV	2,34	2,94
<u>Poziom 2 materiału kontrolnego</u>		
Średnia	106	106
SD	1,52	2,29
%CV	1,43	2,15
Glukoza (mg/dl)		
<u>Poziom 1 materiału kontrolnego</u>		
Średnia	66	66
SD	0,76	1,03
%CV	1,1	1,6
<u>Poziom 2 materiału kontrolnego</u>		
Średnia	278	278
SD	2,47	3,84
%CV	0,9	1,4

Tabela 6 Precyzja (N = 80) (cd.)

Analit	W obrębie serii	Całkowita
Bilirubina całkowita (mg/dl)		
<u>Poziom 1 materiału kontrolnego</u>		
Średnia	0,8	0,8
SD	0,06	0,07
%CV	8,0	9,3
<u>Poziom 2 materiału kontrolnego</u>		
Średnia	5,2	5,2
SD	0,09	0,15
%CV	1,7	2,8
Białko całkowite (g/dl)		
<u>Poziom 1 materiału kontrolnego</u>		
Średnia	6,8	6,8
SD	0,05	0,08
%CV	0,8	1,2
<u>Poziom 2 materiału kontrolnego</u>		
Średnia	4,7	4,7
SD	0,09	0,09
%CV	2,0	2,0
Azot mocznikowy we krwi (mg/dl)		
<u>Poziom 1 materiału kontrolnego</u>		
Średnia	19	19
SD	0,35	0,40
%CV	1,9	2,1
<u>Poziom 2 materiału kontrolnego</u>		
Średnia	65	65
SD	1,06	1,18
%CV	1,6	1,8
Kwas moczowy (mg/dl)		
<u>Poziom 1 materiału kontrolnego</u>		
Średnia	3,8	3,8
SD	0,15	0,18
%CV	4,0	4,8
<u>Poziom 2 materiału kontrolnego</u>		
Średnia	7,5	7,5
SD	0,24	0,29
%CV	3,2	3,9

Korelacja

W dwóch placówkach od pacjentów pobrano próbki heparynizowanej krwi pełnej i surowicy. Próbki krwi pełnej przeanalizowano za pomocą biochemicznego analizatora krwi Piccolo w placówkach w terenie, a próbki surowicy przeanalizowano za pomocą metod porównawczych. W dwóch przypadkach użyto wyników badania próbek surowicy za pomocą analizatora Piccolo; przypadki te oznaczono odpowiednio w tabeli. W niektórych przypadkach użyto próbek suplementowanych na wysokim i niskim poziomie, aby uwzględnić cały zakres dynamiczny. Wszystkie próbki przeanalizowano jednokrotnie tego samego dnia. Reprezentatywne dane statystyczne dotyczące korelacji przedstawiono w tabeli 7.

Tabela 7: Korelacja analizy za pomocą biochemicznego analizatora krwi Piccolo z metodami porównawczymi

	Współ- czynnik korelacji	Nachy- lenie	Punkt przecięcia	SEE (Std. błąd oszacowania)	N	Zakres próbki	Metoda Porów- nawcza
Aminotransferaza alaninowa (U/l)	0,981	0,905	1,3	3,21	86	10–174	Paramax®
	0,985	0,946	-2,5	2,84	67	10–174	Technicon
Albumina (g/dl)	0,854	1,001	-0,3	0,22	261	1,1–5,3	Paramax
	0,896	0,877	-0,1	0,21	100	1,5–5,0	Beckman
Alkaliczna fosfataza (U/l)	0,988	0,970	-5,9	3,97	99	27–368	Paramax
	0,929	1,136	-17,6	4,79	80	26–150	Technicon
Amylaza (U/l)	0,979	0,692	-4,7	3,11	99	11–92	Paramax
	0,963	1,065	-4,1	3,47	80	19–118	Technicon
Aminotransferaza asparaginianowa (U/l)	0,93	0,87	5,3	2,76	159	13–111	Paramax
	1,0	0,97	3,0	1,9	46	13–252	DAX™
Wapń (mg/dl)	0,991*	0,990	-0,4	0,17	25	5,2–11,9	Paramax
	0,673	0,742	1,8	0,22	81	8,1–9,9	Beckman
Kreatynina (mg/dl)	0,993	0,926	0,0	0,15	260	0,4–14,7	Paramax
	0,987	0,866	0,1	0,16	107	0,4–7,5	Beckman
Gamma- glutamylotransfe- raza (U/l)	1,0	0,98	-0,4	3,29	135	5–312	Paramax
	1,0**	1,60	3,1	18,57	49	27–1848	Beckman
Glukoza (mg/dl)	0,987	1,009	-2,8	3,89	251	72–422	Paramax
	0,997	0,943	1,2	4,69	91	56–646	Beckman
Bilirubina całkowita (mg/dl)	0,974	0,901	0,0	0,07	250	0,2–3,7	Paramax
	0,980	1,113	-0,4	0,09	91	0,1–6,4	Beckman
Białko całkowite (g/dl)	0,849	0,932	0,6	0,19	251	5,7–9,2	Paramax
	0,873	0,935	0,3	0,16	92	6,5–9,2	Beckman
Azot mocznikowy we krwi (mg/dl)	0,964	0,923	0,5	1,08	251	6–52	Paramax
	0,983	0,946	0,0	0,66	92	6–38	Beckman
Kwas moczowy (mg/dl)	0,979	0,958	-0,3	0,20	159	1,4–7,6	Paramax
	0,975	0,908	-0,6	0,31	44	2,1–12,1	DAX

*Próbki surowicy od hospitalizowanych pacjentów zapewniły szerszy i prawdopodobnie bardziej przydatny zakres próbek niż próbki żyłnej krwi pełnej pobrane od pacjentów niehospitalizowanych. Dane statystyczne dotyczące korelacji testu oznaczania wapnia Piccolo uzyskano na podstawie tych próbek surowicy.

** W jednej placówce w celu zbadania korelacji oznaczenia gamma-glutamylotransferazy analizowano tylko surowicę za pomocą analizatora Piccolo.

Wyniki badania przeprowadzonego z udziałem nieprzeszkolonych użytkowników

Przeprowadzono badanie z udziałem „nieprzeszkolonych użytkowników”, w którym uczestnicy otrzymali jedynie instrukcje dotyczące testu. Poproszono ich o przetestowanie 3 dysków ze ślepych próbkami z randomizacją. Próbkę składały się z pul surowicy przygotowanych w taki sposób, aby uzyskać trzy poziomy każdego z sześciu analizatorów: ALT, albuminy, ALP, AMY, AST, wapnia, kreatyniny, GGT, glukozy, bilirubiny całkowitej, białka całkowitego, BUN i UA. Uczestnicy nie przeszli szkolenia dotyczącego zastosowania testu. Łącznie w badaniu uczestniczyło około 60 osób z 3 placówek. Reprezentowali oni zróżnicowaną populację (pod względem wykształcenia, wieku, płci itp.).

W poniższych tabelach przedstawiono podsumowanie skuteczności testu dla każdego analizatora.

Aminotransferaza alaninowa (ALT)

	Poziom 1	Poziom 2	Poziom 3
N	62	62	62
Średnia	45,4 U/l	98,9 U/l	184,3 U/l
%CV	3,7%	1,7%	1,5%
Obserwowany zakres	42–53	96–103	175–191
Procent wyników w zakresie ± 15,0%*	98,4% 61/62 95% CI: od 91,3% do 100%	100% 62/62 95% CI: od 94,2% do 100%	100% 62/62 95% CI: od 94,2% do 100%

* Ta wartość procentowa oparta jest na założeniu, że nie można prawidłowo odróżnić wartości prawidłowych od nieprawidłowych, gdy błędy przekraczają jedną czwartą prawidłowego zakresu. Uwzględniono zakres od 10 U/l do 47 U/l.

Albumina

	Poziom 1	Poziom 2	Poziom 3
N	62	62	62
Średnia	3,0 g/dl	3,5 g/dl	4,2 g/dl
%CV	2,7%	2,5%	1,8%
Obserwowany zakres	2,9–3,2	3,3–3,7	4,0–4,4
Procent wyników w zakresie ± 12,5%	100% 62/62 95% CI: od 94,2% do 100%	100% 62/62 95% CI: od 94,2% do 100%	100% 62/62 95% CI: od 94,2% do 100%

Alkaliczna fosfataza (ALP)

	Poziom 1	Poziom 2	Poziom 3
N	62	62	62
Średnia	94,5 U/l	171,5 U/l	337,5 U/l
%CV	5,2%	3,2%	2,4%
Obserwowany zakres	85–106	160–184	287–388
Procent wyników w zakresie ± 15,0%	100% 62/62 95% CI: od 94,2% do 100%	100% 62/62 95% CI: od 94,2% do 100%	100% 62/62 95% CI: od 94,2% do 100%

Amylaza (AMY)

	Poziom 1	Poziom 2	Poziom 3
N	62	62	62
Średnia	72,1 U/l	126,9 U/l	260,0 U/l
%CV	2,4%	2,1%	1,9%
Obserwowany zakres	67–75	120–133	248–273
Procent wyników w zakresie ± 15,0%	100% 62/62 95% CI: od 94,2% do 100%	100% 62/62 95% CI: od 94,2% do 100%	100% 62/62 95% CI: od 94,2% do 100%

Aminotransferaza asparaginianowa (AST)

	Poziom 1	Poziom 2	Poziom 3
N	62	62	62
Średnia	56,0	120,4	276,3
%CV	2,4%	1,1%	1,0%
Obserwowany zakres	54–60	117–124	266 – 285
Procent wyników w zakresie ± 15,0%	100% 62/62 95% CI: od 94,2% do 100%	100% 62/62 95% CI: od 94,2% do 100%	100% 62/62 95% CI: od 94,2% do 100%

Wapń

	Poziom 1	Poziom 2	Poziom 3
N	62	62	62
Średnia	8,0	10,5	13,1
%CV	1,7	1,5	1,4
Obserwowany zakres	7,7–8,4	10,1–11,0	12,6–13,4
Procent wyników w zakresie ± 6,3%	100% 62/62 95% CI: od 94,2% do 100%	100% 62/62 95% CI: od 94,2% do 100%	100% 62/62 95% CI: od 94,2% do 100%

Kreatynina

	Poziom 1	Poziom 2	Poziom 3
N	62	62	62
Średnia	0,89	2,07	6,89
%CV	11,0	5,0	1,6
Obserwowany zakres	0,7–1,2	1,8–2,3	6,5–7,2
Procent wyników w zakresie ± 15,0%	93,6 58/62 95% CI: od 84,3% do 98,2%	100% 62/62 95% CI: od 94,2% do 100%	100% 62/62 95% CI: od 94,2% do 100%

Gamma-glutamylotransferaza (GGT)

	Poziom 1	Poziom 2	Poziom 3
N	62	62	62
Średnia	35,0 U/l	86,2 U/l	131,3 U/l
%CV	2,8%	1,5%	1,5%
Obserwowany zakres	33–38	83–90	123–135
Procent wyników w zakresie ± 15,0%	100% 62/62 95% CI: od 94,2% do 100%	100% 62/62 95% CI: od 94,2% do 100%	100% 62/62 95% CI: od 94,2% do 100%

Głukoza

	Poziom 1	Poziom 2	Poziom 3
N	62	62	62
Średnia	95,2	130,3	365,8
%CV	1,1%	1,0%	0,8%
Obserwowany zakres	93–98	125–133	351–373
Procent wyników w zakresie ± 10,4%**	100% 62/62 95% CI: od 94,2% do 100%	100% 62/62 95% CI: od 94,2% do 100%	100% 62/62 95% CI: od 94,2% do 100%

** Uwzględniono zakres od 65 mg/dl do 99 mg/dl.

Bilirubina całkowita (TBIL)

	Poziom 1	Poziom 2	Poziom 3
N	62	62	62
Średnia	0,86 mg/dl	2,5 mg/dl	5,7 mg/dl
%CV	6,1%	2,6%	1,8%
Obserwowany zakres	0,8–1,0	2,3–2,6	5,4–5,9
Procent wyników w zakresie ± 15,0%	100% 62/62 95% CI: od 94,2% do 100%	100% 62/62 95% CI: od 94,2% do 100%	100% 62/62 95% CI: od 94,2% do 100%

Białko całkowite (TP)

	Poziom 1	Poziom 2	Poziom 3
N	62	62	62
Średnia	4,8 g/dl	5,7 g/dl	7,1 g/dl
%CV	2,0%	1,5%	1,5%
Obserwowany zakres	4,6–5,3	5,3–5,9	6,7–7,5
Procent wyników w zakresie ± 5,9%	98,4% 61/62 95% CI: od 91,3% do 100%	100% 62/62 95% CI: od 94,2% do 100%	100% 62/62 95% CI: od 94,2% do 100%

Azot mocznikowy we krwi (BUN)

	Poziom 1	Poziom 2	Poziom 3
N	62	62	62
Średnia	15,1	41,0	72,2
%CV	2,3	2,5	1,8
Obserwowany zakres	14–16	37–43	68–75
Procent wyników w zakresie ± 15,0%	100% 62/62 95% CI: od 94,2% do 100%	100% 62/62 95% CI: od 94,2% do 100%	100% 62/62 95% CI: od 94,2% do 100%

Kwas moczowy

	Poziom 1	Poziom 2	Poziom 3
N	62	62	62
Średnia	2,96	4,92	11,10
%CV	4,7	3,1	2,8
Obserwowany zakres	2,7–3,4	4,6–5,7	10,4–12,1
Procent wyników w zakresie ± 15,0%	100% 62/62 95% CI: od 94,2% do 100%	100% 62/62 95% CI: od 94,2% do 100%	100% 62/62 95% CI: od 94,2% do 100%

13. Symbolika



Termin ważności



Numer katalogowy



Kod partii



Urządzenie do diagnostyki in vitro



Zapoznać się z instrukcją obsługi



Producent



Nie wykorzystywać ponownie



Liczba urządzeń w zestawie testowym



Cykl produkcji



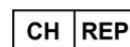
Numer seryjny



Uwaga



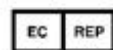
Ograniczenia w zakresie temperatury



Autoryzowany przedstawiciel w Szwajcarii

PN:

Numer części



Autoryzowany przedstawiciel w Unii Europejskiej



Oznacza zgodność z określonymi dyrektywami europejskimi



Struktura kodu kreskowego UDI w standardowym formacie Health Industry Bar Code (HIBC)



Niepowtarzalny identyfikator urządzenia w postaci czytelnej dla człowieka i maszyny, używany do odpowiedniej identyfikacji wyrobów medycznych podczas ich dystrybucji i użytkowania



Oddzielna zbiórka odpadów dla wskazanego urządzenia elektronicznego; Sprzęt wyprodukowany / wprowadzony do obrotu po 13 sierpnia 2005 r.; Wskazuje na zgodność z art. 14 ust. 4 dyrektywy 2012/19/UE (WEEE) dla Unii Europejskiej (UE).

14. Bibliografia

1. Tonhazy NE, NG White, WW Umbreit. A rapid method for the estimation of the glutamic-aspartic transaminase in tissues and its application to radiation sickness. *Arch Biochem* 1950; 28: 36-42.
2. Reitman S, Frankel S. A colorimetric method for the determination of serum glutamic oxalacetic and glutamic pyruvic transaminases. *Am J Clin Pathol* 1957; 28: 56-63.
3. Murray, RL. Alanine aminotransferase. In: *Clinical Chemistry: Theory, Analysis, and Correlation*, 2nd ed. In: Kaplan LA, Pesce AJ, eds. St. Louis: The C.V. Mosby Company. 1989: 895-898.
4. Wróblewski F, LaDue JS. Serum glutamic-pyruvic transaminase in cardiac and hepatic disease. *Proc Soc Exp Biol Med* 1956; 91: 569-571.
5. Bergmeyer HU, Horder M. IFCC methods for the measurement of catalytic concentration of enzymes. Part 3, IFCC method for alanine aminotransferase. *J Clin Chem Clin Biochem* 1980;18:521-534.
6. Howe PE. The use of sodium sulfate as the globulin precipitant in the determination of proteins in blood. *J Biol Chem* 1921;49:93-107.
7. Howe PE. The determination of proteins in blood — a micro method. *J Biol Chem* 1921;49:109-113.
8. Wolfson WQ, et al. A rapid procedure for the estimation of total protein, true albumina, total globulin, alpha globulin, beta globulin and gamma globulin in 10 ml of serum. *Am J Clin Pathol* 1948;18:723-730.
9. Saifer A, Gerstenfeld S and Vacsler F. Photometric microdetermination of total serum globulins by Medias of a tryptophan reaction. *Clin Chem* 1961;7:626-636.
10. Saifer A, Marven T. The photometric microdetermination of serum total globulins with a tryptophan reaction: a modified procedure. *Clin Chem* 1966;12:414-417.
11. Gendler SM, Albumin. In: *Clinical Chemistry: Theory, Analysis, and Correlation*, 2nd ed. In: Kaplan LA, Pesce AJ, eds. St. Louis: The C.V. Mosby Company. 1989: 1029-1033.
12. Webster D, Bignell AHC, EC Attwood. An assessment of the suitability of bromocresol green for the determination of serum albumin. *Clin Chim Acta* 1974; 53: 101-108.
13. Louderback A, Mealey EH, NA Taylor. A new dye-binding technic using bromcresol purple for determination of albumin in serum. *Clin Chem* 1968; 14: 793-794, (Abstract)
14. Pinnell AE, Northam BE. New automated dye-binding method for serum albumin determination with bromcresol purple. *Clin Chem* 1978;24:80-86.
15. King, EJ and AR Armstrong. A convenient method for determining serum and bile phosphatase activity. *Can Med Assoc J* 1934; 31: 376-381.
16. Kind PRN, King EJ. Estimation of plasma phosphatase by determination of hydrolysed phenol with amino-antipyrine. *J Clin Pathol* 1954; 7: 322-326.
17. Ohmori, Y. Über die Phosphomonoesterase. *Enzymologia* 1937; 4: 217-231.
18. Fujita, H. Über die Mikrobestimmung der Blutphosphatase. *J Biochem, Japan* 1939; 30: 69-87.
19. Petitclerc C, et al. Mechanism of action of Mg^{2+} and Zn^{2+} on rat placental alkaline phosphatase. I. Studies on the soluble Zn^{2+} and Mg^{2+} alkaline phosphatase. *Can J Biochem* 1975; 53: 1089-1100.
20. Tietz NW, et al. A reference method for measurement of alkaline phosphatase activity in human serum. *Clin Chem* 1983;29:751-761.
21. Bowers GN, Jr, et al. IFCC methods for the measurement of catalytic concentration of enzymes. Part I. General considerations concerning the determination of the catalytic concentration of an enzyme in the blood serum or plasma of man. *Clin Chim Acta* 1979; 98: 163F-174F.
22. McNeely MDD. Amylase. In: *Clinical Chemistry: Theory, Analysis, and Correlation*, 2nd ed. In: Kaplan LA, Pesce AJ, eds. St. Louis: The C.V. Mosby Company. 1989: 906-909.
23. Zinterhofer L, et al. Nephelometric determination of pancreatic enzymes. I. Amylase. *Clin Chim Acta* 1973; 43: 5-12.
24. Centers for Disease Control (CDC). Alpha-amylase methodology survey I. Atlanta: US Public Health Service; Nov, 1975.
25. Somogyi M. Modifications of two methods for the assay of amilasi. *Clin Chem* 1960; 6: 23-35.
26. Gillard BK, Markman HC, Feig SA. Direct spectro-photometric determination of α -amylase activity in saliva, with p-nitrophenyl α -maltoside as substrate. *Clin Chem* 1977; 23: 2279-2282.
27. Wallenfels K, et al. The enzymic synthesis, by transglucosylation of a homologous series of glycosidically substituted malto-oligosaccharides, and their use as amilasi substrates. *Carbohydrate Res* 1978; 61: 359-368.
28. Karmen, A. A note on the spectrophotometric assay of glutamic-oxalacetic transaminase in human blood serum. *J Clin Invest* 1955; 34: 131-133.
29. Bergmeyer, HU, et al. Provisional recommendations on IFCC methods for the measurement of catalytic concentrations of enzymes. Part 2. IFCC method for aspartato transaminasi. *Clin Chem* 1977; 23: 887-899.
30. Bergmeyer HU, Hørder M, Moss DW. Provisional recommendations on IFCC methods for the measurement of catalytic concentrations of enzymes. Part 2. Revised IFCC method for aspartate aminotransferase. *Clin Chem* 1978;24:720-721
31. Kramer B, Tisdall FF. A simple technique for the determination of calcium and magnesium in small amounts of serum. *J Biol Chem* 1921;47:475-481.

14. Bibliografia (cd.)

32. Clark EP, Collips JB. A study of the Tisdall method for the determination of blood serum calcium with suggested modification. *J Biol Chem* 1925;63:461-464.
33. Katzman E, Jacobi M. The determination of serum calcium by titration with ceric sulfate. *J Biol Chem* 1937; 118: 539-544.
34. Cali JP, et al. A reference method for the determination of total calcium in serum. In: GR Cooper, ed., *Selected Methods of Clinical Chemistry*, vol 8. Washington, DC: American Association for Clinical Chemistry; 1997: 3-8.
35. Kessler G, M Wolfman. An automated procedure for the simultaneous determination of calcium and phosphorus. *Clin Chem* 1964;10:686-703.
36. Michaylova V, Ilkova P. Photometric determination of micro amounts of calcium with arsenazo III. *Anal Chim Acta* 1971;53:194-198.
37. Scarpa A, et al. Metallochromic indicators of ionized calcium. *Ann NY Acad Sci* 1978;307:86-112.
38. Knoll VE, Stamm D. Spezifische kreatininbestimmung im serum. *Z Klin Chem Klin Biochem* 1970; 8: 582-587.
39. Haecckel R. Simplified determinations of the "true" creatinine concentration in serum and urine. *J Clin Chem Clin Biochem* 1980;18:385-394.
40. Moss GA, Bondar RJL, Buzzelli DM. Kinetic Enzymatic Method For Determining Serum creatinine. *Clin Chem* 1975; 21: 1422-1426.
41. Jaynes PK, Feld RD, Johnson GF. An enzymic, reaction-rate assay for serum creatinine with a centrifugal analyzer. *Clin Chem* 1982;28:114-117.
42. Fossati P, Prencipe L, and Berti G. Enzymic creatinine assay: a new colorimetric method based on hydrogen peroxide measurement. *Clin Chem* 1983; 29: 1494-1496.
43. Whelton A, Watson AJ, Rock RC. Nitrogen metabolites and renal function. In: Tietz Textbook of Clinical Chemistry, 2nd ed. Burtis CA, Ashwood ER, eds. Philadelphia: W.B. Saunders Company. 1994;1513-1575.
44. Ball, EG, Revel JP, Cooper O. The quantitative measurement of γ -glutamyl transpeptidase activity. *J Biol Chem* 1956; 221: 895-908.
45. Goldbarg JA, et al. The colorimetric determination of γ -glutamyl transpeptidase with a synthetic substrate. *Arch Biochem Biophys* 1960; 91: 61-70.
46. Orłowski M, Meister A. γ -Glutamyl-*p*-nitroanilide: a new convenient substrate for determination and study of L- and D- γ -glutamyltranspeptidase activities. *Biochim Biophys Acta* 1963; 73: 679-681.
47. Persijn JP, van der Slik W. A new method for the determination of γ -glutamyltransferase in serum. *J Clin Chem Clin Biochem* 1976; 14: 421-427.
48. Shaw LM, et al. IFCC methods for the measurement of catalytic concentration of enzymes. Part 4. IFCC method for γ -glutamyltransferase. *J Clin Chem Clin Biochem* 1983; 21: 633-646.
49. Folin O, Wu H. A system of blood analysis. *J Biol Chem* 1919; 38: 81-110.
50. Somogyi M. A reagent for the copper-iodometric determination of very small amounts of sugar. *J Biol Chem* 1937; 117: 771-776.
51. Nelson N. A photometric adaptation of the Somogyi method for the determination of glucose. *J Biol Chem* 1944;153:375-380.
52. Kaplan LA. Glucosio In: *Clinical Chemistry: Theory, Analysis, and Correlation*, 2nd ed. Kaplan LA, Pesce AJ, eds., St. Louis: The C.V. Mosby Company. 1989: 850-856.
53. Malloy HT, Evelyn KA. The determination of bilirubin with the photoelectric colorimeter. *J Biol Chem* 1937; 119: 481-490.
54. Meites S. Bilirubin, direct reacting and total, modified Malloy-Evelyn method. In: *Selected Methods of Clinical Chemistry*, Vol 8. 9. Faulkner WR, Meites S, eds. Washington, DC: American Association for Clinical Chemistry; 1982: 119-124.58.
55. Murao S Tanaka N. A new enzyme "bilirubin oxidase" produced by *Myrothecium verrucaria* MT-1. *Agric Biol Chem* 1981; 45: 2383-2384.
56. Osaki S, Anderson S. Enzymatic determination of bilirubin. *Clin Chem* 1984; 30: 971, (Abstract)
57. Perry B, et al. Measurement of total bilirubin by use of bilirubin oxidase. *Clin Chem* 1986; 32: 329-332,
58. Koller A, Kaplan LA. Total serum protein. In: *Clinical Chemistry: Theory, Analysis, and Correlation*, 2nd ed. Kaplan LA, Pesce AJ, eds., St. Louis: The C.V. Mosby Company. 1989: 1057-1060.
59. Reigler, E. Eine kolorimetrische Bestimmungsmethode des Eiweisses. *Z Anal Chem* 1914; 53: 242-245.
60. Weichselbaum TE. An accurate and rapid method for the determination of proteins in small amounts of blood serum and plasma. *Am J Clin Path* 1946; 16: 40-49.
61. Dumas BT, et al. A candidate reference method for determination of total protein in serum. I. Development and validation. *Clin Chem* 1981; 27: 1642-1650.
62. Fales FW. Urea in serum, direct diacetyl monoxime method. In: *Selected Methods of Clinical Chemistry*, vol 9. Faulkner WR, Meites S, eds. Washington, D.C.: American Association for Clinical Chemistry. 1982: 365-373.
63. Van Slyke DD, Cullen GE. A permanent preparation of urease, and its use in the determination of urea. *J Biol Chem* 1914; 19: 211-228.
64. Fawcett JK, Scott JE. A rapid and precise method for the determination of urea. *J Clin Pathol* 1960; 13: 156-159.
65. Chaney AL, Marbach EP. Urea and ammonia determinations. *Clin Chem* 1962; 8: 130-132.

14. Bibliografia (cd.)

66. Talke H, Schubert GE. Enzymatische Harnstoffbestimmung in Blut und Serum im optischen Test nach Warburg. *Klin Wochensh* 1965; 43: 174-175.
67. Hallett CJ, Cook JGH. Reduced nicotinamide adenine dinucleotide-coupled reaction for emergency blood urea estimation. *Clin Chim Acta* 1971; 35: 33-37.
68. Patton CJ, Crouch SR. Spectrophotometric and kinetics investigation of the Berthelot reaction for the determination of ammonia. *Anal Chem* 1977; 49: 464-469.
69. Sampson EJ, et al. A coupled-enzyme equilibrium method for measuring urea in serum: optimization and evaluation of the AACC study group on urea candidate reference method. *Clin Chem* 1980; 26: 816-826.
70. Folin O, Denis W. A new (colorimetric) method for the determination of uric acid in blood. *J Biol Chem* 1912-1913; 13: 469-475.
71. Brown, H. The determination of uric acid in human blood. *J Biol Chem* 1945; 158: 601-608.
72. Feichtmeir TV, Wrenn HT. Direct determination of uric acid using uricase. *Am J Clin Pathol* 1955; 25: 833-839.
73. Fossati P, Prencipe L, Berti G. Use of 3,5-dichloro-2-hydroxy-benzenesulfonic acid/4-aminophenazone chromogenic system in direct enzymic assay of uric acid in serum and urine. *Clin Chem* 1980; 26: 227-231.
74. National Committee For Clinical Laboratory Standards. Physician's office laboratory guidelines; tentative guideline – second edition. NCCLS Document POL1-T2 Wayne, PA: NCCLS, 1992.
75. National Committee For Clinical Laboratory Standards. Procedures for the handling and processing of blood specimens; approved guideline – second edition. NCCLS document H18-A2. Wayne, PA: NCCLS, 1999.
76. Overfield CV, Savory J, Heintges MG. Glycolysis: a re-evaluation of the effect on blood glucose. *Clin Chim Acta* 1972; 39: 35-40.
77. Rehak NN, Chiang BT. Storage of whole blood: effect of temperature on the measured concentration of analytes in serum. *Clin Chem* 1988; 34: 2111-2114.
78. Sherwin JE, Obernolte R. Bilirubin. In: *Clinical Chemistry: Theory, Analysis, and Correlation*, 2nd ed. In: Kaplan LA, Pesce AJ, eds. St. Louis: The C.V. Mosby Company. 1989: 1009-1015.
79. Henry RJ, Cannon DC, Winkelman JW. *Clinical Chemistry: Principles and Technics*, 2nd ed. New York: Harper and Row. 1974: 417-421; 1058-1059.
80. National Committee For Clinical Laboratory Standards. Interference testing in clinical chemistry; proposed guideline. NCCLS Publication EP7-P. Wayne, PA: NCCLS, 1986.
81. Young DS. *Effects of drugs on clinical laboratory tests*, 3 ed. Washington, DC: AACC Press. 1990.
82. Benet LZ, Williams RL. Design and optimization of dosage regimens: pharmacokinetic data. In: *Goodman and Gilman's The Pharmacological Basis of Therapeutics*, 8th ed. Gilman AG, et al, eds. New York: McGraw-Hill, Inc. 1990: 1650-1735.
83. Young DS. *Effects of drugs on clinical laboratory tests*. 1991 supplement to the third edition. Washington, DC: AACC Press. 1991.
84. Moss DW, Henderson AR. Enzymes. In: *Tietz Textbook of Clinical Chemistry*, 2nd ed. Burtis CA, Ashwood ER, eds. Philadelphia: W.B. Saunders Company. 1994: 735-896.
85. Painter PC, Cope JY, Smith JL. Appendix. In: *Tietz Textbook of Clinical Chemistry*, 2nd ed. Burtis CA, Ashwood ER, eds. Philadelphia: W.B. Saunders Company. 1994: 2161-2217.
86. National Committee For Clinical Laboratory Standards. Evaluation of precision performance of clinical chemistry devices; tentative guideline – second edition. NCCLS Document EP5-T2. Wayne, PA: NCCLS, 1992.