

VETSCAN®

Профіль нирок плюс - Kidney Profile Plus

Січень 2023

PN: 51630400

© 2023, Abaxis, Inc., Union City, CA 94587

1. Призначення

Реагентний ротоп VetScan® Kidney Profile Plus, який використовується з аналізатором VetScan VS2 Chemistry Analyzer, застосовує сухі та рідкі реагенти для ветеринарного кількісного визначення *in vitro* альбуміну (ALB), кальцію (Ca^{++}), хлориду (Cl^{-}), креатиніну (CRE), глюкози (GLU), фосфору (PHOS), калію (K^{+}), натрію (Na^{+}), загального вуглекислого газу (tCO_2) та азоту сечовини (BUN) у гепаринізованій цільній крові, гепаринізованій плазмі або сироватці.

2. Стислий опис досліджень

Реагентний ротоп VetScan Kidney Profile Plus та аналізатор VetScan VS2 Chemistry Analyzer становлять діагностичну систему *in vitro*, яка допомагає ветеринару діагностувати такі порушення:

Альбумін	Захворювання печінки та нирок.
Кальцій	Патологія паращитоподібних залоз, кісток та хронічне захворювання нирок; тетанія.
Хлорид	Хронічна діарея, хронічне блювання, захворювання нирок, патологія паращитоподібних залоз, хронічний респіраторний ацидоз або алкалоз, гіперадренокортицизм, гіпоадренокортицизм та терапія тiazидами.
Креатинін	Захворювання нирок.
Глюкоза	Цукровий діабет, гіперглікемія, гіпоглікемія та захворювання печінки.
Фосфор	Захворювання нирок, гіпопаратиреоз та порушення харчування.
Калій	Порушення харчування та захворювання нирок. Цей електроліт використовується для діагностики причин блювання, діареї та серцевих симптомів.
Натрій	Зневоднення та цукровий діабет. Цей електроліт використовується для діагностики причин блювання, діареї та серцевих симптомів.
Загальний вуглекислий газ	Первинний метаболічний алкалоз і ацидоз, а також первинний респіраторний алкалоз і ацидоз.
Азот сечовини	Захворювання печінки та нирок.

Як і при будь-якій діагностичній процедурі, перед встановленням остаточного діагнозу слід враховувати всі інші дослідження, включно з клінічним станом пацієнта.

3. Принцип методики

Альбумін

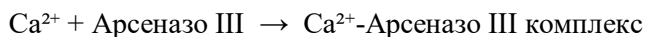
Методи барвникового зв'язування є найбільш поширеними для вимірювання альбуміну. Бромкрезоловий зелений (BCG) — найчастіше використовуваний з методів барвникового зв'язування.¹

BCG + Альбумін → (Поверхнево-активні речовини, кисле рН) → BCG-Альбуміновий комплекс
Зв'язаний альбумін пропорційний концентрації альбуміну у зразку. Це кінцева (endpoint) реакція, яка вимірюється бихроматично при 630 нм і 405 нм.

Загальний кальцій

Референтним методом визначення кальцію є атомно-абсорбційна спектроскопія; однак цей метод не підходить для рутинного використання.² Найчастіше застосовуються спектрофотометричні методи з використанням металохромних індикаторів о-крезолфталейнового комплексу (CPC) або арсеназо III.^{3, 4, 5} Арсеназо III має високу спорідненість до кальцію і менш залежний від температури, ніж CPC.

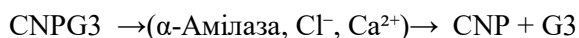
Кальцій зразка пацієнта зв'язується з арсеназо III з утворенням комплексу кальцій-барвник.



Кінцева реакція контролюється при 405 нм, 467 нм і 600 нм. Кількість кальцію у зразку пропорційна поглинанню.

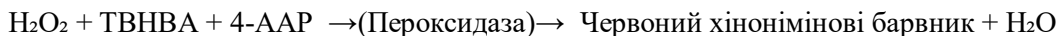
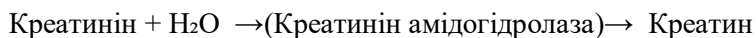
Хлорид (Cl⁻)

Метод базується на визначенні хлорид-залежної активації α -амілази. Дезактивована α -амілаза реактивується шляхом додавання хлорид-іона, що дозволяє кальцію повторно зв'язатися з ферментом. Реактивація активності α -амілази пропорційна концентрації хлорид-іонів у зразку. Реактивована α -амілаза перетворює субстрат 2-хлор-п-нітрофеніл- α -D-мальтотриозид (CNP G3) на 2-хлор-п-нітрофеніл (CNP), утворюючи забарвлення, та α -мальтотриозу (G3). Реакція вимірюється бихроматично, і зростання поглинання прямо пропорційне реактивованій активності α -амілази та концентрації хлорид-іону у зразку.⁶



Креатинін (CRE)

Метод Яффе, вперше запропонований у 1886 році, досі широко використовується для визначення рівня креатиніну в крові. Сучасний референтний метод поєднує використання фулерової землі (флоридину) з методикою Яффе для підвищення специфічності реакції.^{7, 8} Розроблено ферментативні методи, більш специфічні для креатиніну, ніж різні модифікації методики Яффе.^{9, 10, 11} Методи з використанням ферменту креатиніну амідогідролази усувають проблему перешкод з боку іонів амонію, характерну для методик з використанням креатиніну імінгідролази.¹²



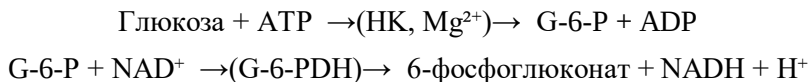
Для визначення концентрації креатиніну у зразку використовуються дві кювети. Ендогенний креатин вимірюється у холостій кюветі, значення якої віднімається від сумарного показника ендогенного креатину та креатину, утвореного внаслідок ферментативних реакцій у дослідній кюветі. Після виключення ендогенного креатину з розрахунків концентрація креатиніну стає пропорційною інтенсивності утвореного червоного забарвлення. Кінцева реакція вимірюється як різниця поглинання між 550 нм і 600 нм.

Глюкоза (GLU)

Вимірювання концентрації глюкози спочатку проводили методами мідь-редукції (такими як Folin-Wu¹³ та Somogyi-Nelson^{14, 15}). Недостатня специфічність методів мідь-редукції призвела до

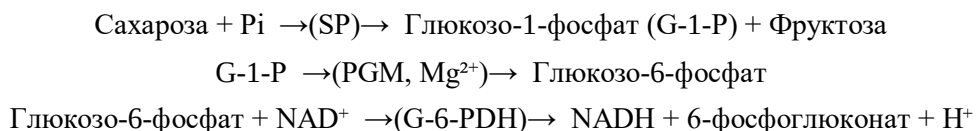
розробки кількісних процедур із використанням ферментів гексокінази та глюкозооксидази. Метод визначення глюкози Abaxis є модифікованою версією гексокіназного методу, запропонованого як основа референтного методу визначення глюкози.¹⁶

Реакція глюкози з аденозинтрифосфатом (АТФ), яку каталізує гексокіназа (HK), утворює глюкозо-6-фосфат (G-6-P) та аденозиндифосфат (ADP). Глюкозо-6-фосфатдегідрогеназа (G-6-PDH) каталізує перетворення G-6-P на 6-фосфоглюконат і відновлення нікотинамідаденіндинуклеотиду (NAD⁺) до NADH.



Фосфор

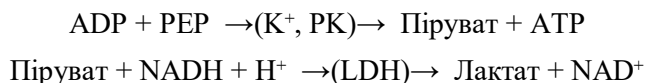
Метод визначення фосфору Abaxis використовує сахарозофосфорилазу (SP) у поєднанні з реакціями фосфоглюкомутази (PGM) та глюкозо-6-фосфатдегідрогенази (G-6-PDH).^{17, 18} У цій ферментативній системі на кожен моль неорганічного фосфору у зразку утворюється один моль NADH. Кількість утвореного NADH вимірюється як кінцева точка при 340 нм.



Калій (K⁺)

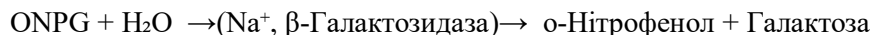
Розроблено спектрофотометричні методи, що дозволяють вимірювати концентрацію калію на стандартному клінічно-хімічному обладнанні. Ферментативний метод Abaxis базується на активації піруваткінази калієм і демонструє відмінну лінійність та незначну чутливість до ендогенних речовин.^{19, 20, 21} Вплив іонів натрію та амонію мінімізується завдяки додаванню Криптофіксу та глутаматдегідрогенази відповідно.¹⁹

У сполученій ферментативній реакції піруваткіназа (PK) дефосфорилує фосфоенолпіруват (PEP) з утворенням пірувату. Лактатдегідрогеназа (LDH) каталізує перетворення пірувату на лактат. Одночасно NADH окислюється до NAD⁺. Швидкість зміни поглинання між 340 нм і 405 нм зумовлена перетворенням NADH на NAD⁺, що прямо пропорційно кількості калію у зразку.



Натрій (Na⁺)

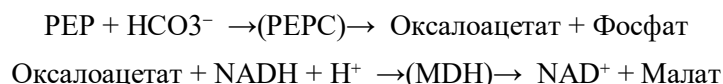
Розроблено колориметричні та ферментативні методи, що дозволяють вимірювати концентрацію натрію на стандартному клінічно-хімічному обладнанні.^{22, 23, 24} У ферментативній реакції Abaxis β-галактозидаза активується натрієм зразка. Активованій фермент каталізує реакцію о-нітрофеніл-β-D-галактопіранозиду (ONPG) з утворенням о-нітрофенолу та галактози. Швидкість реакції між 405 нм і 500 нм пропорційна концентрації натрію.



Загальний вуглекислий газ (tCO₂)

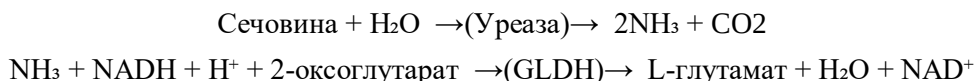
Загальний вуглекислий газ у сироватці або плазмі існує у формі розчиненого вуглекислого газу, карбаміно-похідних білків, гідрокарбонату та карбонат-іонів, а також вугільної кислоти. Загальний вуглекислий газ можна вимірювати за допомогою рН-індикатора, CO₂-електрода та спектрофотометричних ферментативних методів, які всі дають точні та відтворювані результати.^{25, 26} Ферментативний метод добре підходить для використання в рутинному аналізаторі крові без додавання складності.

У ферментативному методі зразок спочатку доводять до лужного стану, щоб перевести всі форми вуглекислого газу (CO₂) у гідрокарбонат (HCO₃⁻). Фосфоенолпіруват (PEP) і HCO₃⁻ потім реагують з утворенням оксалоацетату та фосфату за наявності фосфоенолпіруваткарбоксилази (PEPC). Малатдегідрогеназа (MDH) каталізує реакцію оксалоацетату з відновленим нікотинамідаденіндинуклеотидом (NADH) до NAD⁺ і малату. Швидкість зміни поглинання внаслідок перетворення NADH на NAD⁺ прямо пропорційна кількості tCO₂ у зразку.



Азот сечовини (BUN)

У системі Abaxis використовується сполучена ферментативна реакція. У цій реакції уреаза гідролізує сечовину до аміаку та вуглекислого газу.²⁷ Після поєднання аміаку з 2-оксоглутаратом і відновленим нікотинамідаденіндинуклеотидом (NADH) фермент глутаматдегідрогеназа (GLDH) окислює NADH до NAD⁺.



Швидкість зміни різниці поглинання між 340 нм і 405 нм зумовлена перетворенням NADH на NAD⁺ і прямо пропорційна кількості сечовини у зразку.

4. Принцип роботи

Див. посібник оператора аналізатора VetScan VS2 Chemistry Analyzer щодо принципів та обмежень методики.

5. Опис реагентів

Реагенти

Кожен реагентний ротор VetScan Kidney Profile Plus містить сухі реагентні гранули, специфічні для кожного тесту (описані нижче). Сухий реагент «холостої проби зразка» (buffer blank reagent), що складається з буфера, поверхнево-активних речовин, допоміжних речовин і консервантів, включений до кожного реагентного ротора для розрахунку концентрацій альбуміну (ALB), кальцію (CA⁺⁺), хлориду (CL⁻), глюкози (GLU), фосфору (PHOS), калію (K⁺), натрію (NA⁺), загального вуглекислого газу (tCO₂) та азоту сечовини (BUN). Окремі холості проби зразка включені до ротора для розрахунку концентрації креатиніну (CRE). Кожен реагентний ротор також містить розчинник, що складається з поверхнево-активних речовин і консервантів.

Попередження та застереження

- Тільки для ветеринарного in vitro діагностичного застосування.
- Контейнер з розчинником у реагентному роторі автоматично відкривається, коли закривається шухляда аналізатора. Ротор з відкритим контейнером розчинника не можна використовувати повторно. Перед закриттям шухляди переконайтеся, що зразок або контроль вже поміщено в ротор.

- Реагентні гранули можуть містити кислоти або їдкі речовини. Оператор не контактує з реагентними гранулами при дотриманні рекомендованих процедур. У разі контакту з гранулами (наприклад, під час прибирання після падіння або тріщини ротора) уникайте потрапляння всередину, на шкіру або вдихання.
- Деякі реагентні гранули містять азид натрію, який може реагувати зі свинцевими та мідними трубами з утворенням вибухонебезпечних азидів металів. Реагенти не контактують із свинцевими та мідними трубами при дотриманні рекомендованих процедур. Однак якщо реагенти все ж потрапили на такі труби, промийте великою кількістю води, щоб запобігти накопиченню азиду.

Інструкції з поводження з реагентами

Реагентні ротори можна використовувати одразу з холодильника без попереднього нагрівання. Відкрийте запаяний фольгований пакет і вийміть ротор, уникаючи торкання кільця зі штрих-кодом, розташованого зверху ротора. Використовуйте згідно з інструкціями, наведеними в посібнику оператора системи VetScan VS2. Ротор, не використаний протягом 20 хвилин після відкриття пакета, слід утилізувати. Ротори з відкритих пакетів не можна повертати назад у холодильник для подальшого використання.

Зберігання

Зберігайте реагентні ротори в запаяних пакетах при температурі 2–8 °C (36–46 °F). Не піддавайте відкриті або закриті ротори впливу прямого сонячного світла або температур вище 32 °C (90 °F). Не допускайте, щоб ротори, запаяні у фольгованих пакетах, залишалися за кімнатної температури довше 48 годин перед використанням. Відкривайте пакет і виймайте ротор безпосередньо перед використанням.

Ознаки нестабільності/погіршення якості реагентного ротора

- Усі реагенти в реагентному роторі за умови зберігання, описаного вище, стабільні до дати закінчення терміну придатності, вказаної на пакеті ротора. Не використовуйте ротор після закінчення терміну придатності. Дата закінчення терміну придатності також закодована у штрих-код, надрукованому на кільці зі штрих-кодом. Якщо реагенти прострочені, на дисплеї аналізатора VetScan VS2 Chemistry Analyzer з'явиться повідомлення про помилку.
- Розірваний або іншим чином пошкоджений пакет може пропускати вологу до невикористаного ротора та негативно впливати на роботу реагентів. Не використовуйте ротор із пошкодженого пакета.

6. Прилад

Див. посібник оператора аналізатора VetScan VS2 Chemistry Analyzer щодо повної інформації про використання аналізатора.

7. Забір і підготовка зразка

Мінімальний необхідний обсяг зразка становить ~100 мкл гепаринізованої цільної крові, гепаринізованої плазми, сироватки або контролю. Камера для зразка реагентного ротора може вмістити до 120 мкл зразка.

- Зразки, зібрані у гепаринізовану мікропіпетку, слід **негайно** дозувати у реагентний ротор після забору.
- Використовуйте лише вакуумні пробірки для забору зразків з літій-гепарином (зелена кришка) для цільної крові або плазми. Використовуйте вакуумні пробірки без добавок (червона кришка) або пробірки-сепаратори сироватки (червона або червоно-чорна кришка) для зразків сироватки.

- Зразки цільної крові, отримані шляхом венепункції, повинні бути гомогенними перед перенесенням зразка в реагентний ротор. Обережно перевертайте пробірку для забору кілька разів безпосередньо перед перенесенням зразка. Не струшуйте пробірку для забору; струшування може спричинити гемоліз.
- Тест необхідно розпочати протягом 10 хвилин після перенесення зразка в реагентний ротор.
- Зразки, отримані шляхом венепункції цільної крові, слід аналізувати протягом 60 хвилин після забору; якщо це неможливо, відокремте зразок і перенесіть його в чисту пробірку.²⁸ Аналізуйте відокремлену плазму або сироватку протягом 5 годин після центрифугування. Якщо це неможливо, зберігайте зразок у закритій пробірці при температурі 2–8 °C (36–46 °F) не довше 48 годин. Зразок плазми або сироватки можна зберігати при -10 °C (14 °F) до 5 тижнів у морозильній камері без циклу автоматичного розморожування.
- Концентрація глюкози знижується приблизно на 5–12 мг/дл за 1 годину в невідцентрифугованих зразках, що зберігаються за кімнатної температури.²⁹
- Охолодження зразків цільної крові може спричинити значні зміни концентрацій **креатиніну та глюкози**.³⁰
- Зразки з концентрацією амілази >4000 Од/л можуть давати хибно завищені показники хлориду.
- Концентрація загального вуглекислого газу визначається найточніше, коли аналіз проводиться одразу після відкриття пробірки та якомога швидше після забору і обробки крові в закритій пробірці. Атмосферне повітря містить значно менше вуглекислого газу, ніж плазма, і газоподібний розчинений вуглекислий газ виходитиме зі зразка в повітря, спричиняючи зниження значення вуглекислого газу до 6 ммоль/л протягом 1 години.³¹

Відомі речовини-перешкоди

- Єдиним антикоагулянтом, рекомендованим для використання з аналізатором VetScan VS2 Chemistry Analyzer, є літій-гепарин. Натрій-гепарин не можна використовувати під час забору зразків крові для цієї панелі. Abaxis провела дослідження, які демонструють, що EDTA, фторид, оксалат та будь-який антикоагулянт, що містить іони амонію, впливатимуть щонайменше на один показник у реагентному роторі VetScan Kidney Profile Plus.
- Фізичні перешкоди (гемоліз, іктеричність та ліпемія) можуть спричинити зміни у зареєстрованих концентраціях деяких аналітів. Індeksi зразка друкуються внизу кожної результатної картки, щоб інформувати оператора про рівні перешкоджаючих факторів у кожному зразку. Аналізатор VetScan VS2 Chemistry Analyzer приховує будь-які результати, на які суттєво впливають гемоліз, ліпемія або іктеричність. Замість результату на картці друкуються «HEM», «LIP» або «ICT».
- Гемоліз може спричинити хибно завищені результати аналізу калію. Ця проблема може залишатися непоміченою під час аналізу цільної крові (вивільнення калію лише з 0,5% еритроцитів може підвищити рівень калію в сироватці на 0,5 ммоль/л). Зокрема, навіть негемолізовані зразки, оброблені неналежним чином, можуть мати підвищений рівень калію через внутрішньоклітинний витік калію.³²
- На концентрацію глюкози впливає час, що минув з моменту прийому їжі пацієнтом, а також тип відібраного зразка. Для точної інтерпретації результатів глюкози зразки слід відбирати у пацієнта, який голодував щонайменше 12 годин.³³
- Тест на калій у системі VetScan VS2 являє собою сполучений аналіз піруваткінази (PK) / лактатдегідрогенази (LDH). Тому у випадках значної травми м'язів або значно

підвищеного рівня креатинкінази (СК) VetScan може показати хибно завищене значення калію (K⁺). У таких випадках несподівано високі результати калію необхідно підтверджувати за допомогою іншої методики.

8. Процедура

Надані матеріали

- Один реагентний ротор VetScan Kidney Profile Plus

Матеріали, необхідні, але не надані

- Аналізатор VetScan VS2 Chemistry Analyzer

Параметри тесту

Аналізатор VetScan VS2 Chemistry Analyzer працює за температури навколишнього середовища від 15 °C до 32 °C (59–90 °F). Час аналізу для кожного реагентного ротора VetScan Kidney Profile Plus становить менше 14 хвилин. Аналізатор підтримує температуру реагентного ротора на рівні 37 °C (98,6 °F) протягом усього періоду вимірювання.

Процедура тестування

Повна процедура забору зразка та покрокова робоча процедура детально описані в посібнику оператора аналізатора VetScan VS2 Chemistry Analyzer.

Калібрування

Аналізатор VetScan VS2 Chemistry Analyzer калібрується виробником перед відвантаженням. Штрих-код, надрукований на кільці зі штрих-кодом, надає аналізатору калібрувальні дані, специфічні для ротора. Див. посібник оператора аналізатора VetScan VS2 Chemistry Analyzer.

Контроль якості

Контролі можуть періодично прогонятися на аналізаторі VetScan VS2 Chemistry Analyzer для перевірки точності аналізатора. Abaxis рекомендує використовувати комерційно доступний контроль на основі сироватки. Прогоняйте контролі на реагентному роторі так само, як і зразки пацієнтів. Див. посібник оператора VetScan VS2 щодо запуску контролів.

9. Результати

Аналізатор VetScan VS2 Chemistry Analyzer автоматично розраховує та друкує концентрації аналітів у зразку. Деталі розрахунків кінцевої точки (endpoint) та швидкості реакції наведені в посібнику оператора аналізатора VetScan VS2 Chemistry Analyzer.

10. Обмеження методики

Загальні процедурні обмеження описані в посібнику оператора аналізатора VetScan VS2 Chemistry Analyzer

Якщо результат конкретного тесту перевищує діапазон аналізу, зразок слід проаналізувати іншим затвердженим методом тестування або надіслати до референтної лабораторії.

- Зразки з гематокритом, що перевищує 60% об'єму упакованих еритроцитів, можуть давати неточні результати. Зразки з високим гематокритом можуть бути позначені як гемолізовані. Такі зразки можна відцентрифугувати для отримання плазми, а потім повторно прогнати в новому реагентному роторі.

Попередження: Розширене тестування системи VetScan VS2 Chemistry System показало, що у дуже рідкісних випадках зразок, дозований у реагентний ротор, може не потрапляти рівномірно в камеру для зразка. Через нерівномірний потік може бути проаналізована недостатня кількість

зразка, і кілька результатів можуть виходити за межі референтних діапазонів. Зразок можна повторно прогнати, використовуючи новий реагентний ротор.

11. Характеристики продуктивності (лінійність)

Хімічна реакція для кожного аналіту є лінійною в межах динамічного діапазону, вказаного нижче, коли система VetScan VS2 експлуатується згідно з рекомендованою процедурою (див. посібник оператора VetScan VS2). Наведена нижче таблиця динамічних діапазонів відображає спектр значень, які може визначити система VetScan VS2. **Наведені нижче інтервали не є нормальними (референтними) діапазонами.**

Таблиця 2: Динамічні діапазони VetScan

Аналіт	Загальноприйняті одиниці	Одиниці СІ
Альбумін	1 – 6,5 г/дл	10 – 65 г/л
Кальцій	4 – 16 мг/дл	1,0 – 4,0 ммоль/л
Хлорид	80 – 135 ммоль/л	80 – 135 ммоль/л
Глюкоза	10 – 700 мг/дл	0,6 – 38,9 ммоль/л
Креатинін	0,2 – 20 мг/дл	18 – 1768 мкмоль/л
Фосфор	0 – 20 мг/дл	0 – 6,46 ммоль/л
Калій	1,5 – 8,5 ммоль/л	1,5 – 8,5 ммоль/л
Натрій	110 – 170 ммоль/л	110 – 170 ммоль/л
Загальний вуглекислий газ	5 – 40 ммоль/л	5 – 40 ммоль/л
Азот сечовини	2 – 180 мг/дл	0,7 – 64,3 ммоль сечовини/л

12. Бібліографія

(Бібліографічні джерела наведено мовою оригіналу відповідно до наукової практики цитування — назви статей і журналів не перекладаються, щоб зберегти точність посилань.)

1. Webster D, et al. An assessment on the suitability of bromocresol green for the determination of serum albumin. Clin Chim Acta 1974;53:101-8.
2. Cali JP, Bowers GN, Young DS, et al. A reference method for the determination of total calcium in serum. In: GR Cooper, ed., Selected methods of Clinical Chemistry. Washington, DC: American Association for Clinical Chemistry; 1977;8:3-8.
3. Kessler G, M Wolfman. An Automated procedure for the simultaneous determination of calcium and phosphorus. Clin Chem 1964;10: 686-703.
4. Michaylova V, P Ilkova. Photometric determination of micro amounts of calcium with arsenazo III. Anal Chim Acta 1971;53: 194-8.
5. Scarpa A, et al. Metallochromic indicators of ionized calcium. Ann NY Acad Sci 1978;307:86-112.
6. Ono T, et al. A new enzymatic assay of chloride in serum. Clin Chem 1988; 34: 552-553.
7. Knoll VE, et al. Spezifische kreatininbestimmung im serum. Z Klin Chemi Clin Biochem. 1970; 8: 582-587.
8. Haeckel R, et al. Simplified determinations of the "true" creatinine concentration in serum and urine. J Cklin Chem Clin Biochem. 1980; 18: 385-394.
9. Moss GA, et al. Kinetic enzymatic method for determining serum creatinine. Clin Chem 1975; 21: 1422-1426.
10. Jaynes PK, et al. An enzymatic, reaction-rate assay for serum creatinine with a centrifugal analyzer. Clin Chem 1982; 28: 114-117.
11. Fossati P, et al. Enzymatic creatinine assay: a new colorimetric method based on hydrogen peroxide measurement. Clin Chem 1983; 29: 1494-1496.
12. Whelton A, et al. Nitrogen Metabolites and Renal Function. In: CA Burtis and ER Ashwood, Eds., Tietz Textbook of Clinical Chemistry, 3rd Ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company. 1999;1513-1575.

13. Folin O, and Wu H. A system of blood analysis. *J Biol Chem.* 1919; 38: 81-110.
14. Somogyi M. A reagent for the copper-iodometric determination of very small amounts of sugar. *J Biol Chem.* 1937; 117: 771-776.
15. Nelson N. A photometric adaption of the Somogyi method for the determination of glucose. *J Biol.* 1944; 153: 375-380.
16. Kaplan LA. Glucose. In: LA Kaplan and AJ Pesce, eds., *Clinical Chemistry: Theory, Analysis, and Correlation*, 2nd ed St. Louis: The C.V. Mosby Company; 1989;850-856.
17. Schulz DW, et al. An Enzymic Method for the Measurement of Inorganic Phosphate Determination Anal Biochem 1967;19:300-14.
18. Tedokon, M Suzuki, et al. Enzymatic Assay of Inorganic Phosphate with Use of Sucrose Phosphorylase and Phosphoglucomutase. *Clin Chem* 1992;38:512-5.
19. Berry MN, et al. Enzymatic determination of potassium in serum. *Clin Chem* 1989; 35: 817-20.
20. Van Pelt J. Enzymatic determination of sodium, potassium and chloride in serum compared with determination by flame photometry, coulometry and ion selective electrodes. *Clin Chem* 1994; 40: 846-847.
21. Hubl W, et al. Enzymatic determination of sodium, potassium and chloride in abnormal (hemolyzed, icteric, lipemic, paraproteinemic, or uremic) serum samples compared with indirect determination with ion selective electrodes. *Clin Chem* 1994; 40: 1528-31.
22. Helgersson RC, et al. Host-guest Complexation. 50. Potassium and sodium ion-selective chromogenic ionophores. *J Amer Chem Soc* 1989; 111: 6339-50.
23. Kumar A, et al. Chromogenic ionophore-based methods for spectrophotometric assay of sodium and potassium in serum and plasma. *Clin Chem* 1988; 34: 1709-12.
24. Berry MN, et al. Enzymatic determination of sodium in serum. *Clin Chem* 1988; 34: 2295-98.
25. Skeggs LT Jr. An automatic method for the determination of carbon dioxide in blood plasma. *Am J Clin Pathol* 1960; 33: 181-185.
26. Korzun WJ, Miller WG. Carbon Dioxide. In: *Clinical chemistry theory, analysis and correlation*, 2nd ed. Kaplan LA, Pesce AJ, eds. St. Louis: The CV Mosby Company. 1989: 869-872.
27. Sampson, EJ MA Baird, CA Burtis, EM Smith, DL Witte, and DD Bayse. 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.
28. National Committee for Clinical Laboratory Standards (NCCLS). Procedures for Handling and Processing of Blood Specimens; tentative standard. NCCLS document H18-A2. Wayne, PA: NCCLS, 1999.
29. Overfield CV, Savory J, and Heintges MG. Glycosis: a re-evaluation of the effect on blood glucose. *Clin Chim Acta* 1972;39:35-40.
30. Rehak NN and Chiang BT. Storage of whole blood: effect of temperature on the measured concentration of analytes in serum. *Clin Chem* 1988;34:2111-14.
31. Scott MG. Electrolytes and Blood Gases. In: *Tietz Textbook of Clinical Chemistry*. 3rd ed. Burtis CA, Ashwood ER, eds. Philadelphia: WB Saunders Company. 1999: 1058-1059.
32. Scott MG, Electrolytes and Blood Gases. In: Burtis CA, Ashwood ER, eds. *Tietz Textbook of Clinical Chemistry*. 3rd ed. Philadelphia: WB Saunders Company, 1999:617-721.
33. Melnik J and Potter JL. Variance in capillary and venous glucose levels during glucose tolerance test. *Am J Med Tech* 1982;48:543-5.