

Esclusivamente per uso diagnostico
in vitro e professionale
Servizio clienti e assistenza tecnica: 1- 800-822-2947
Clienti al di fuori degli Stati Uniti: +49 6155 780 210

Applicabile esclusivamente ai clienti americani
Rinuncia CLIA: Per campioni di sangue intero utilizzare solo eparina di litio, Media complessità: Utilizzare solo sangue intero con eparina di litio, plasma con litio eparina o siero



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



ABAXIS Europe GmbH
Bunsenstr. 9-11
64347 Griesheim
Germany

1. Uso previsto

Il disco reagente per Piccolo® MetLyte Plus CRP, da utilizzarsi con l'Analizzatore chimico Piccolo Xpress®, è progettato per l'accertamento *in vitro* delle quantità di proteina c-reattiva (CRP), cloruro, creatina chinasi, creatinina, glucosio, potassio, sodio, anidride carbonica totale e azoto ureico presenti nel sangue intero e nel plasma litio-eparinizzati o nel siero, nel contesto di un laboratorio clinico o in un centro di assistenza sanitaria. Il metodo Abaxis CRP non è destinato alla determinazione della CRP a sensibilità elevata.

2. Sommario e spiegazione dei test

Il disco reagente per CRP Piccolo MetLyte Plus e l'analizzatore chimico Piccolo Xpress costituiscono un sistema diagnostico *in vitro* che coadiuva il medico nella diagnosi delle seguenti patologie.

Proteina c-reattiva (CRP):	Infezione, lesione tissutale e patologie infiammatorie.
Cloruro:	Disidratazione, diarrea e vomito prolungati, tubolopatia renale, iperparatiroidismo, ustioni, affezioni renali da perdita di sali, iperidratazione e terapia con tiazidici.
Creatina chinasi:	Infarto miocardico, distrofia muscolare progressiva, dermatomiosite, rabdomiolisi causata da ingestione di farmaci, iperosmolalità, malattia autoimmune, delirium tremens, convulsioni, sindrome di schiacciamento (crush syndrome), ipotiroidismo, conseguenze post-operatorie, strenua attività fisica, iniezioni intramuscolari, inattività fisica, riduzione della massa muscolare.“
Creatinina:	Malattie renali e monitoraggio della dialisi renale.
Glucosio:	Disturbi del metabolismo dei carboidrati, compresi diabete mellito degli adulti e giovanile; ipoglicemia.
Potassio:	Malattia renale glomerulare o tubolare, insufficienza adrenocorticale, chetoacidosi diabetica, eccesso di potassio per endovena, sepsi, panipopituitarismo, emolisi <i>in vitro</i> , iperaldosteronismo, denutrizione, iperinsulinismo, alcalosi metabolica e perdita gastrointestinale.
Sodio:	Disidratazione, diabete insipido, perdita di liquidi gastrointestinali ipotonici, avvelenamento da sali, depressione selettiva della sete, perdite cutanee, ustioni, sudorazione, iperaldosteronismo, disturbi del SNC, iponatremia da diluizione, deplezione e psichica e sindrome da inappropriata secrezione di ADH
Anidride carbonica totale:	Alcalosi e acidosi metabolica primaria e alcalosi e acidosi respiratoria primaria.
Azoto ureico ematico (BUN):	Malattie renali e metaboliche.

Come per ogni test diagnostico, prima della diagnosi definitiva è opportuno considerare tutte le altre procedure di analisi, incluso lo stato clinico del paziente.

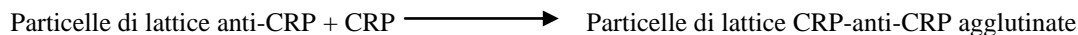
3. Principio della procedura

Proteina c-reattiva (CRP)

I test originali per la determinazione quantitativa della CRP venivano utilizzati essenzialmente per la ricerca e si basavano sulla metodologia ELISA Error! Reference source not found.. Più recentemente, sono stati usati i metodi immunonefelometrici al lattice². In ogni caso, era necessario un nefelometro per misurare la luce diffusa. Oggi, sono stati sviluppati diversi test

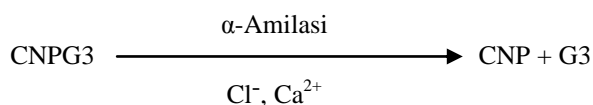
immunoturbidimetrici ed immunoluminometrici automatizzati che possono essere eseguiti su analizzatori di chimica clinica convenzionali.³

Il metodo usato da Abaxis è un dosaggio immunologico turbidimetrico con agglutinazione al lattice migliorato. Il campione viene mescolato con una sospensione di anticorpo monoclonale murino anti CRP umana legata al lattice. La CRP nel campione si lega alle particelle di lattice ricoperte di anticorpo e si agglutina creando torbidità. La luce diffusa dalla torbidità è usata come misura di CRP. La torbidità viene misurata come una variazione nell'assorbanza a 630 nm. Questa variazione di assorbanza è direttamente proporzionale all'attività della CRP nel campione.



Cloruro (CL⁻)

Il metodo si basa sulla determinazione dell'attivazione cloro-dipendente dell'attività dell' α -amilasi. L' α -amilasi disattivata viene riattivata mediante l'aggiunta dello ione cloruro, consentendo al calcio di riassociarsi con l'enzima. La riattivazione dell'attività dell' α -amilasi è proporzionale alla concentrazione di ioni cloruro nel campione. L' α -amilasi riattivata trasforma il substrato, 2-cloro-4-nitrofenil- α -D-maltotrioside (CNP3) in 2-cloro-4-nitrofenolo (CNP) producendo colore e α -maltotriosio (G3). La reazione si misura bicromaticamente; l'aumento dell'assorbanza è direttamente proporzionale all'attività dell' α -amilasi riattivata e alla concentrazione dello ione cloruro nel campione.⁴

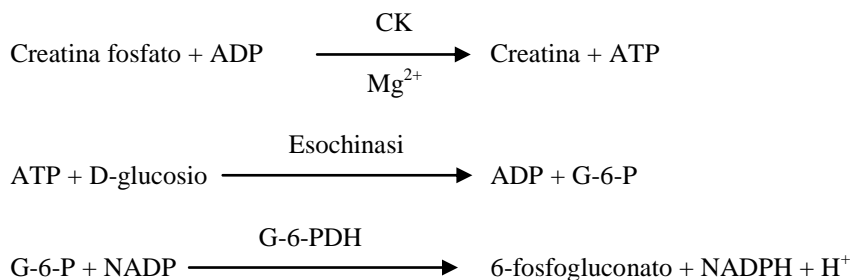


Creatina chinasi (CK)

La creatina chinasi catalizza la fosforilazione reversibile della creatina da parte dell'adenosina trifosfato (ATP). La reazione di fosforilazione è facilitata in ambiente alcalino (ottimale a pH 9,0) e la reazione di defosforilazione è facilitata in ambiente acido (ottimale a pH 6,5 a 37 °C). I primi metodi di misurazione della CK si basavano sulla "reazione in avanti" (forward reaction) i cui prodotti erano creatina fosfato e adenosina difosfato (ADP).^{5,6,7} La sensibilità di questi test è risultata ridotta a causa di problemi relativi alle interferenze. La procedura di scelta utilizza invece una "reazione inversa" abbinata a una reazione per produrre NADPH, che è direttamente correlato ai livelli di CK.^{8,9,10}

"Il metodo di misurazione della CK utilizzato da Abaxis è una versione modificata di quello in uso presso l'International Federation of Clinical Chemistry (IFCC).¹¹ Le modifiche principali riguardano la frazione del volume di campione, la sostanza tampone e la temperatura." È stata aggiunta n-acetil cisteina (NAC) per riattivare CK.¹² Il magnesio è usato come cofattore sia per CK che per esochinasi. È stato aggiunto EDTA come stabilizzatore per NAC e per la rimozione di vari cationi, quali calcio e ferro, che inibiscono CK. Sono stati inoltre aggiunti P¹, P⁵-di (adenosina-5')pentafosfato e adenosina monofosfato (AMP) per inibire l'adenilato chinasi, un altro enzima eritrocitario e muscoloscheletrico che reagisce con i substrati usati per misurare CK.

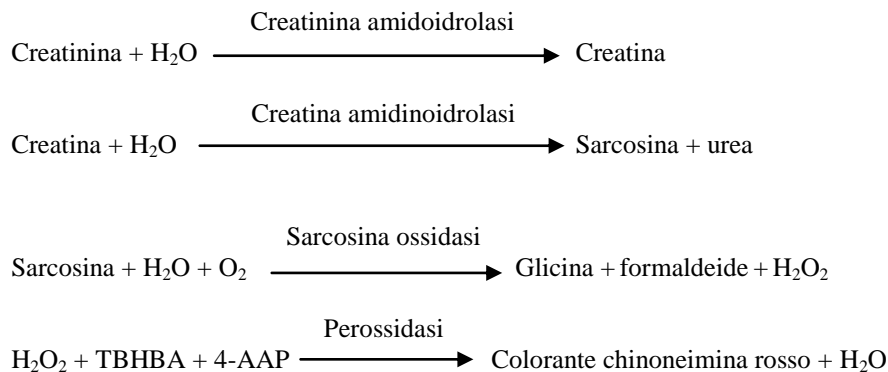
La creatina chinasi catalizza la formazione di creatina e ATP da creatina fosfato e ADP a pH 6,7. Con esochinasi come catalizzatore, l'ATP reagisce con il D-glucosio formando ADP e D-glucosio-6-fosfato (G-6-P), che a sua volta reagisce con nicotinammide adenin dinucleotide fosfato (NADP) in presenza di glucosio-6-fosfato deidrogenasi (G-6-PDH) per produrre G-6-P e NADPH.



La formazione di NADPH è misurata come variazione nell'assorbanza a 340 nm rispetto a 405 nm. Questa variazione di assorbanza è direttamente proporzionale all'attività della creatina chinasi nel campione.

Creatinina (CRE)

Il metodo Jaffe, originariamente introdotto nel 1886, è tuttora comunemente usato per determinare i livelli di creatinina nel sangue. L'attuale metodo di riferimento abbinava l'uso di terra di Fuller (floridina) e la tecnica di Jaffe per incrementare la specificità della reazione.^{13,14} Sono stati messi a punto metodi enzimatici che risultano più specifici per la creatinina di quanto non lo siano le diverse varianti della tecnica di Jaffe.^{15,16,17} I metodi basati sull'enzima creatinina amidoidrolasi eliminano il problema dell'interferenza dello ione ammonio che si riscontra nelle tecniche che utilizzano creatinina iminoidrolasi.¹⁸



Per determinare la concentrazione di creatinina nel campione si utilizzano due cuvette. La creatina endogena viene misurata nella cuvetta in bianco, che viene sottratta dalla combinazione di creatina endogena e creatina formata dalle reazioni enzimatiche nella cuvetta del test. Una volta eliminata dai calcoli la creatina endogena, la concentrazione di creatinina è proporzionale all'intensità del colore rosso sviluppato. La reazione di endpoint è data dalla differenza di assorbanza tra 550 nm e 600 nm.

eGFR (calcolato)

La creatinina sierica viene misurata di routine come indicatore delle funzioni renali. Poiché la creatinina varia in funzione dell'età, del sesso e dell'etnicità, è possibile che la sola creatinina sierica non permetta di rilevare l'insufficienza renale cronica (IRC). Pertanto, il National Kidney Disease Education Program consiglia caldamente ai laboratori di valutare il tasso di filtrazione glomerulare stimato (eGFR) quando misurano la creatinina sierica in pazienti maggiorenni. La refertazione di routine del eGFR stimato con tutte le determinazioni di creatinina sierica permette ai laboratori di aiutare a identificare i soggetti con ridotte funzioni renali, agevolando la diagnosi di IRC. Generalmente, valori calcolati di eGFR <60 ml/min sono associati a un aumentato rischio di insufficienza renale cronica con esiti avversi.

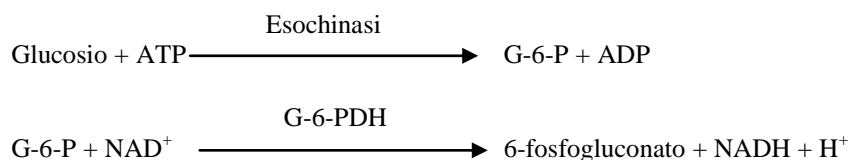
Il calcolo del eGFR stimato viene effettuato dal dispositivo Piccolo in base all'età, al sesso e all'etnicità del paziente. Il metodo Piccolo della creatinina è basato sul metodo di riferimento IDMS della creatinina, in modo che possa essere usata la seguente formula dell'equazione MDRD per il calcolo del eGFR stimato.

$$\text{GFR (ml/min/1,73 m}^2\text{)} = 175 \times (\text{S}_{\text{cr}})^{-1.154} \times (\text{età})^{-0.203} \times (0,742 \text{ per le donne}) \times (1,212 \text{ per i neri d'America})$$

Glucosio (GLU)

Le prime misurazioni della concentrazione di glucosio furono effettuate utilizzando metodi basati sulla riduzione del rame (ad esempio Folin-Wu²⁰ e Somogyi-Nelson^{20,21}). La mancanza di specificità delle tecniche di riduzione del rame ha portato allo sviluppo di procedure quantitative che utilizzano gli enzimi esochinasi e glucosio ossidasi. Il test del glucosio inserito nel disco reagente per CRC MetLyte Plus è una variante del metodo dell'esochinasi, che è stato proposto come base del metodo di riferimento per il glucosio.²²

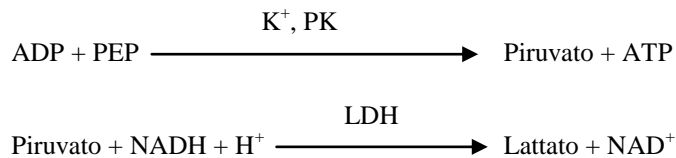
La reazione del glucosio con l'adenosina trifosfato (ATP), catalizzata dalla esochinasi (HK), produce glucosio-6-fosfato (G-6-P) e adenosina difosfato (ADP). La glucosio-6-fosfato deidrogenasi (G-6-PDH) catalizza la reazione di G-6-P in 6-fosfogluconato e la riduzione di nicotinammide adenin dinucleotide (NAD⁺) in NADH.



Potassio (K⁺)

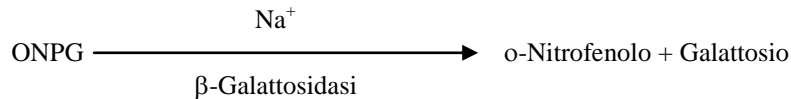
Sono stati sviluppati metodi spettrofotometrici che consentono di misurare la concentrazione di potassio con i normali strumenti di chimica clinica. Il metodo enzimatico Abaxis si basa sull'attivazione della piruvato chinasi con il potassio e presenta linearità eccellente e sensibilità trascurabile alle sostanze endogene.^{23,24,25} L'interferenza degli ioni sodio e ammonio è rispettivamente minimizzata mediante aggiunta di Kryptofix e di glutammia sintetasi.²³

Nella reazione enzimatica combinata, la piruvato chinasi (PK) defosforila il fosfoenolpiruvato (PEP) formando piruvato. La lattato deidrogenasi (LDH) catalizza la trasformazione del piruvato in lattato. Al contempo, l'NADH viene ossidato in NAD⁺. La velocità di cambiamento dell'assorbanza è causata dalla trasformazione dell'NADH in NAD⁺ ed è direttamente proporzionale alla quantità di potassio presente nel campione.



Sodio (Na^+)

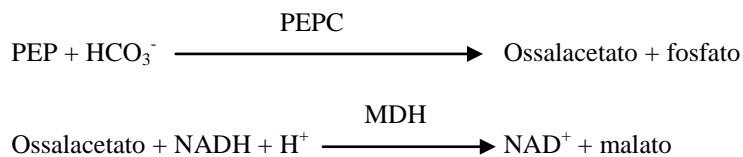
Sono stati sviluppati metodi colorimetrici ed enzimatici che consentono di misurare la concentrazione di sodio con i normali strumenti di chimica clinica.^{26,27,28} Nella reazione enzimatica Abaxis, la β -galattosidasi è attivata dal sodio nel campione. L'enzima attivato catalizza la reazione dell'o-nitrofenil- β -D-galattopiranoside (ONPG) in o-nitrofenolo e galattosio.



Anidride carbonica totale (tCO_2)

L'anidride carbonica totale nel siero o nel plasma è presente sotto forma di anidride carbonica disciolta, derivati carbaminici delle proteine, ioni bicarbonato e carbonato e acido carbonico. L'anidride carbonica totale può essere misurata con i metodi enzimatici dell'indicatore pH, dell'elettrodo CO_2 e della spettrofotometria, tutti con risultati accurati e precisi.^{29,30} Il metodo enzimatico è adatto all'utilizzo con analizzatore chimico per analisi del sangue di routine, senza complessità aggiunta.

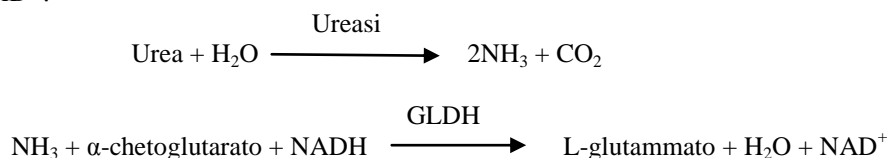
Nel metodo enzimatico, il campione viene innanzitutto alcalinizzato per convertire tutte le forme di anidride carbonica (CO_2) in bicarbonato (HCO_3^-). Il fosfoenolpiruvato (PEP) e l' HCO_3^- reagiscono quindi formando ossalacetato e fosfato in presenza di fosfoenolpiruvato carbossilasi (PEPC). La malato deidrogenasi (MDH) catalizza la reazione di ossalacetato e nicotinammide adenin dinucleotide ridotta (NADH) in NAD^+ e malato. La velocità di variazione nell'assorbanza dovuta alla conversione dell' NADH in NAD^+ è direttamente proporzionale alla quantità di tCO_2 nel campione.



Azoto ureico ematico (BUN)

L'urea può essere misurata sia direttamente che indirettamente. La reazione al diacetil monoxime, unico metodo diretto per misurare l'urea, è ampiamente usata ma si basa su reagenti pericolosi.³¹ I metodi indiretti misurano l'ammoniaca formatasi dall'urea; l'uso dell'enzima ureasi ha aumentato la specificità di questi test.³² L'ammoniaca si può quantificare con svariati metodi, tra i quali la nesslerizzazione (titolazione acida), la tecnica Berthelot.^{33,34} e le reazioni enzimatiche accoppiate.^{35,36} Le procedure Berthelot catalizzate però risultano poco affidabili nel misurare l'ammoniaca.³⁷ Le reazioni enzimatiche combinate sono rapide, altamente specifiche per l'ammoniaca, e ampiamente usate. Una di tali reazioni è stata proposta come possibile metodo di riferimento.³⁸

Nella reazione enzimatica accoppiata, l'ureasi idrolizza l'urea in ammoniaca e anidride carbonica. Combinando l'ammoniaca con α -chetoglutarato e nicotinammide adenin dinucleotide (NADH) ridotta, l'enzima glutammato deidrogenasi (GLDH) ossida l' NADH in NAD^+ .



La velocità di variazione della differenza di assorbanza tra 340 nm e 405 nm è causata dalla conversione di NADH in NAD^+ ed è direttamente proporzionale alla quantità di urea presente nel campione.

4. Principio del test

Per i principi e i limiti della procedura, vedere il manuale d'uso dell'analizzatore chimico Piccolo Xpress.

5. Descrizione dei reagenti

Reagenti

Ogni disco reagente per CRP Piccolo MetLyte Plus contiene microsfere secche di reagente specifico per il test (come da descrizione che segue). In ogni disco è compreso un reagente secco per campione bianco (costituito da sostanza tampone, tensioattivi, eccipienti e conservanti) utilizzato per calcolare le concentrazioni di proteina c-reattiva (CRP), cloruro (CL⁻), creatina chinasi (CK), glucosio (GLU), potassio (K⁺), sodio (NA⁺), anidride carbonica totale (tCO₂), e azoto ureico (BUN). Sono inoltre compresi nel disco campioni bianco dedicati per calcolare le concentrazioni di creatinina (CRE). Ciascun disco contiene anche un diluente composto da tensioattivi e conservanti.

Tabella 1: Reagenti

Componente	Quantità/disco
Acido 2, 4, 6-tribromo-3-idrossibenzoico (TBHBA)	188 µg
2-Cloro-4-nitrofenil- α -D-maltotrioside (CNPG3)	52,5 µg
4,7,13,16,21-pentaoxa-1,10-diazabicciclo [8.8.5] trisocoso (Kryptofix 221)	84 µg
Idrocloruro di 4-aminoantipirina	13 µg
Adenosina-5'-difosfato	38 µg
Adenosina-5'-monofosfato	33 µg
Adenosina-5'-trifosfato	11 µg
Amilasi	0,0357 U
Lattice rivestito di anti-CRP umana (murina)	67,2 µg
Anti-CRP umana (capra)	0,3 µg
Ascorbato ossidasi (<i>Cucurbita spp.</i>)	0,3 U
Acetato di calcio	25,2 µg
Acido citrico, sale trisodico	567 µg
Creatina amidinoidrolasi (<i>Actinobacillus spp.</i>)	3 U
Creatina fosfato	122 µg
Creatinina ammididrolasi (<i>Pseudomonas spp.</i>)	1 U
Acido etilenglicol-bis (β -amminoetilere)-N,N,N',N'-tetracetico (EGTA)	4 µg
Acido etilendiaminotetracetico (EDTA)	191,1 µg
Glucosio	58 µg
Glucosio-6-fosfato deidrogenasi (G6PDH) (lievito)	0,1 U
Glutammato deidrogenasi	0,1 U
Glutamina sintetasi	0,2 U
Esochinasi (lievito)	0,2 U
Imidazolo	26 µg
Lattato deidrogenasi (cuore di pollo)	0,3 U
Acetato di magnesio	60 µg
Solfato di magnesio	29 µg
Malato deidrogenasi (cuore porcino)	0,1 U
N-acetilcisteina	60 µg
<i>o</i> -nitrofenil- β -D galattopiranoside (ONPG)	22 µg
P1, P5di (adenosina-5') pentaosfato	0,2 µg
Perossidasi (barbaforte)	1 U
Fosfoenol piruvato	23 µg
Fosfoenol piruvato carbossilasi	0,001 U
Ferrocianuro di potassio	0,4 µg
Piruvato chinasi	0,01 U
Sarcosina ossidasi (microorganismo)	1 U

Tabella 1: Reagenti

Componente	Quantità/disco
β-nicotinamide adenin dinucleotide, (NAD)	20 µg
β-Nicotinamide adenin dinucleotide, ridotta (NADH)	28 µg
β-Nicotinammide adenin dinucleotide fosfato (NADP)	101 µg
Ureasi (fagiolini)	0,05 U
Acido α-chetoglutarico	19 µg
β-galattosidasi	0,005 U
Tamponi, tensioattivi, eccipienti e conservanti	

Avvertenze e precauzioni

- Per uso diagnostico *in vitro*
- Il contenitore del diluente nel disco reagente si apre automaticamente alla chiusura del cassetto dell'analizzatore. Non si può riutilizzare un disco con contenitore del diluente aperto. Prima di chiudere il cassetto, assicurarsi che il campione o il controllo sia stato inserito nel disco.
- I dischi reagente usati contengono fluidi organici umani. Si dovranno adottare le corrette prassi di laboratorio nel maneggiare e smaltire i dischi usati.³⁹ Si consulti il Manuale dell'Operatore dell'Analizzatore Chimico Piccolo Xpress per le istruzioni sulle modalità di eliminazione di eventuali fuoriuscite di materiale a rischio biologico.
- Le microsfere di reagente possono contenere acidi o sostanze caustiche. Se rispetta le procedure raccomandate, l'operatore non viene a contatto con le microsfere di reagente. In caso di manipolazione delle microsfere (es. pulizia in seguito a caduta e incrinatura di un disco reagente), evitare l'ingestione, il contatto cutaneo e l'inalazione.

Istruzioni per la manipolazione del reagente

Allorché prelevati dal frigorifero, i dischi reagente possono essere utilizzati direttamente, senza essere riscaldati. Non lasciare i dischi sigillati nei sacchetti di foglio d'alluminio a temperatura ambiente per oltre 48 ore prima dell'uso. Aprire il sacchetto sigillato di foglio d'alluminio, estrarre il disco e utilizzarlo seguendo le istruzioni fornite nel manuale d'uso dell'analizzatore chimico Piccolo Xpress. Smaltire un disco nel caso in cui non venga utilizzato entro 20 minuti dall'apertura della confezione.

Conservazione

Conservare i dischi reagente nelle confezioni sigillate a 2-8 °C (36-46 °F). Non esporre i dischi, aperti o ancora sigillati, a luce solare diretta o temperature superiori a 32 °C (90 °F). I dischi reagente possono essere utilizzati fino alla data di scadenza indicata sulla confezione. La data di scadenza è codificata anche nel codice a barre stampato sull'apposito anello. Se i reagenti sono scaduti, sul display dell'analizzatore chimico Piccolo Xpress viene visualizzato un messaggio di errore.

Indicazioni di instabilità/deterioramento del disco reagente

In caso di sacchetto strappato o altrimenti danneggiato, l'umidità può penetrare nel disco non ancora utilizzato e alterare le prestazioni del reagente. Non utilizzare dischi prelevati da sacchetti danneggiati.

6. Strumento

Per informazioni complete sull'uso dell'analizzatore, vedere il manuale d'uso dell'analizzatore chimico Piccolo Xpress.

7. Raccolta e preparazione dei campioni

Le tecniche di raccolta dei campioni sono descritte nella sezione "Raccolta dei campioni" del manuale d'uso dell'analizzatore chimico Piccolo Xpress.

- La quantità minima del campione è di ~100 µl di sangue intero litio-eparinizzato, plasma litio-eparinizzato, siero o materiale di controllo. La camera di raccolta del campione sul disco reagente può contenere fino a 120 µl di campione.
- I campioni di sangue intero prelevati da una vena devono essere omogenei prima che il campione venga trasferito nel disco reagente. Capovolgere delicatamente la provetta del prelievo varie volte subito prima di trasferire il campione. Non agitare la provetta di prelievo in quanto ciò potrebbe provocare emolisi.
- I campioni di sangue intero devono essere prelevati soltanto mediante venipuntura e non dai capillari.

- L'emolisi può dare luogo a risultati erroneamente elevati nei dosaggi del **potassio**. Tale problema potrebbe non essere rilevato durante l'analisi di sangue intero (il rilascio di potassio anche solo dallo 0,5% degli eritrociti può determinare un aumento del livello di potassio nel siero di 0,5 mmol/l). Inoltre, anche campioni non emolizzati non tempestivamente trattati potrebbero presentare livelli di potassio aumentati a causa di perdita intracellulare di potassio.⁴⁰
- I campioni di sangue intero prelevati per puntura di una vena devono essere sottoposti a test entro 60 minuti dal prelievo.⁴¹ Le concentrazioni di **glucosio** sono soggette a variazioni in funzione del tempo trascorso da quando il paziente ha ingerito cibo e del tipo di campione prelevato dal paziente. Per interpretare in modo corretto i risultati relativi al glucosio, i campioni si devono prelevare da pazienti a digiuno da almeno 12 ore. Le concentrazioni di glucosio diminuiscono di circa 5 - 12 mg/dl in 1 ora se lasciate in campioni non centrifugati a temperatura ambiente.⁴²
- Nei campioni di sangue intero refrigerati la concentrazione di **glucosio** e **creatinina** può subire variazioni significative.⁴³ Il campione può essere diviso in plasma o siero e conservato in provette con tappo a 2-8 °C (36-46 °F) qualora non fosse possibile sottoporlo a test entro 60 minuti.
- Per campioni di sangue intero o di plasma, utilizzare solo provette per prelievo sottovuoto con litio eparina (tappo verde). Per campioni di siero, utilizzare provette per prelievo sottovuoto senza additivi (tappo rosso) o provette per separazione del siero (tappo rosso/nero).
- La concentrazione di **anidride carbonica totale** viene determinata con la massima accuratezza se si effettua l'analisi subito dopo l'apertura della provetta e quanto prima possibile dopo il prelievo e il trattamento del sangue nella provetta non aperta. L'aria ambiente contiene molta meno anidride carbonica del plasma: pertanto, parte dell'anidride carbonica in forma gassosa verrà liberata dal campione nell'aria, con conseguente diminuzione del valore dell'anidride carbonica fino a 6 mmol/l nel giro di un'ora.⁴⁴
- Iniziare il test entro 10 minuti dal trasferimento del campione nel disco reagente.

8. Procedura

Materiali forniti

- Disco reagente per CRP Piccolo MetLyte Plus N. parte: 400-1034 (una confezione di dischi, N. parte 400-0034)

Materiali necessari ma non forniti

- Analizzatore chimico Piccolo Xpress
- Ogni analizzatore chimico Piccolo Xpress è corredato di pipette di trasferimento del campione (volume fisso di circa 100 µl) e puntali, riordinabili direttamente ad Abaxis.
- Reagenti di controllo reperibili in commercio raccomandati da Abaxis (per i valori attesi e i materiali di controllo approvati, rivolgersi all'assistenza tecnica Abaxis).
- Cronometro

Parametri del test

L'analizzatore chimico Piccolo Xpress funziona a temperature ambiente comprese tra 15 °C e 32 °C (59-90 °F). Il tempo di analisi per ogni disco reagente per CRP Piccolo MetLyte Plus è inferiore a 14 minuti. Durante l'intervallo di misurazione, l'analizzatore mantiene il disco reagente a una temperatura di 37 °C (98,6 °F).

Procedura del test

Le procedure complete per la raccolta dei campioni e le istruzioni operative dettagliate sono riportate nel manuale d'uso dell'analizzatore chimico Piccolo Xpress.

Calibrazione

L'analizzatore chimico Piccolo Xpress è calibrato dal fabbricante prima della spedizione. Il codice a barre stampato sull'apposito anello fornisce i dati di calibrazione specifici per i dischi. Vedere il manuale dell'operatore dell'analizzatore chimico Piccolo Xpress.

Controllo qualità

Vedere il manuale dell'operatore dell'analizzatore chimico Piccolo Xpress per le procedure dettagliate di esecuzione, registrazione, interpretazione e rappresentazione grafica dei risultati.

9. Risultati

L'analizzatore chimico Piccolo Xpress calcola e stampa automaticamente le concentrazioni di analiti nel campione. I dettagli dei calcoli delle reazioni di endpoint e velocità sono riportati nel manuale d'uso dell'analizzatore chimico Piccolo Xpress.

L'interpretazione dei risultati è descritta nel manuale dell'operatore. I risultati vengono stampati su apposite schede fornite da Abaxis. Le schede dei risultati sono provviste di un adesivo che ne consente l'agevole apposizione sulle cartelle dei pazienti.

10. Limiti della procedura

I limiti generici della procedura sono descritti nel manuale d'uso dell'analizzatore chimico Piccolo Xpress.

- L'unico anticoagulante **raccomandato per l'uso** con il sistema analizzatore chimico Piccolo Xpress è la **litio eparina**. Abaxis ha condotto studi che dimostrano come l'EDTA, il fluoruro, l'ossalato e qualsiasi altro anticoagulante contenente ioni ammonio interferisce con almeno uno dei complessi chimici contenuti nel disco reagente per CRP Piccolo MetLyte Plus.
- I campioni con ematocriti superiori al 62-65% del volume di globuli rossi concentrati (una frazione di volume di 0,62-0,65) possono dare luogo a risultati imprecisi. I campioni con ematocriti elevati possono essere refertati come emolizzati. Tali campioni si possono centrifugare per ottenere plasma e poi rianalizzare in un nuovo disco reagente.
- La CRP è una proteina di fase acuta e aumenta in maniera non specifica in risposta all'infiammazione. Le variazioni intra-individuali di proteina c-reattiva sono significative (dal 30 al 60%) e dovrebbero essere tenute in considerazione quando si interpretano i valori.¹ Potrebbero essere necessarie misurazioni di serie per valutare la media reale di proteina c-reattiva in uno specifico individuo.
- La presenza di anticorpi umani antimurini (HAMA) fino a 115 ng/ml non interferisce. È possibile che i campioni prelevati da pazienti ai quali sono state somministrate preparazioni a base di anticorpi monoclonali murini a scopo diagnostico o terapeutico contengano HAMA.
- La presenza di fattore reumatoide in una concentrazione massima pari a 644 U/ml non interferisce.
- Non è stato osservato alcun effetto prozona durante l'analisi con concentrazioni di CRP pari ad un massimo di 1.000 mg/l.
- **I campioni che per un particolare test fornissero risultati superiori al range di analisi, devono essere analizzati con un altro metodo di test approvato oppure inviati a un laboratorio di riferimento. Non diluire il campione e rianalizzarlo con l'analizzatore chimico Piccolo Xpress.**

Avvertenza: Test su larga scala del sistema analizzatore chimico Piccolo Xpress hanno dimostrato che in rarissimi casi il campione dispensato nel disco reagente non riesce a fluire omogeneamente nell'apposita camera. A causa del flusso irregolare, è possibile che venga analizzata una quantità di campione inadeguata e che vari risultati non rientrino nei range di riferimento. Il campione può essere rianalizzato usando un nuovo disco reagente.

Interferenza

Diverse sostanze sono state testate come agenti interferenti con gli analiti. Sono stati preparati pool di siero umano e ciascun potenziale agente interferente è stato testato a una concentrazione basata sui livelli di test riportati in CLSI EP7-A.⁴⁵

Effetti di sostanze endogene

- Gli agenti interferenti fisiologici (emolisi, ittero e lipemia) causano variazioni nelle concentrazioni refertate di alcuni analiti. Gli indici del campione sono stampati nella parte inferiore di ogni scheda dei risultati per informare l'operatore dei livelli di agenti interferenti presenti in ciascun campione.
- L'analizzatore chimico Piccolo Xpress elimina gli eventuali risultati falsati da un'interferenza > 10% dovuta a emolisi, lipemia e ittero. In tal caso, sulla scheda dei risultati anziché i risultati verrà rispettivamente stampata la dicitura "HEM" (emolisi), "LIP" (lipemia) o "ICT" (ittero).
- Livelli di amilasi molto elevati (>9.000 U/l) hanno un effetto significativo (ossia un aumento superiore al 10%) sul risultato del cloro. La concentrazione di amilasi non viene valutata dal sistema Piccolo per ogni campione.

- Per il metodo CRP, i livelli di sostanze endogene che attivano la sospensione di HEM, LIP o ICT sono pari a 750 mg/dl per l'emoglobina, 750 mg/dl per la lipemia e 35 mg/dl per la bilirubina.
- Il dosaggio del potassio nel sistema Piccolo è un test combinato di piruvato chinasi (PK)/lattato deidrogenasi (LDH). In caso di trauma muscolare estremo o livelli molto elevati di creatina chinasi (CK), il sistema Piccolo può pertanto recuperare un valore di potassio (K+) falsamente elevato. In tal caso, il recupero di un livello inteso di potassio elevato deve essere confermato utilizzando una metodologia diversa.
- Per i livelli massimi di sostanze endogene, rivolgersi all'assistenza tecnica Abaxis.

Effetti delle sostanze esogene e terapeutiche

Basandosi sulle raccomandazioni di Young, sono state selezionate trentacinque sostanze esogene e terapeutiche come interferenti potenziali per i metodi di test di Abaxis.⁴⁶ Un'interferenza significativa viene definita come uno spostamento maggiore di $\pm 10\%$ nel risultato di un campione con range normale. Ai gruppi di siero umano sono state aggiunte concentrazioni note di farmaci o sostanze chimiche; si è poi proceduto alla relativa analisi. Vedere la Tabella 2 per un elenco di sostanze esogene e terapeutiche valutate. **Vedere la TABELLA 3 per un elenco di analiti in cui è stata osservata interferenza.**

Tabella 2: Valutazione delle sostanze esogene e terapeutiche

Potenziali interferenti	Massima concentrazione testata (mg/dl a meno di diversa specificazione)
Acetaminofene	100
Acetoacetato	102
Acido acetilsalicilico	50
Ampicillina	30
Acido ascorbico	3
Caffeina	10
Cefalotina (Keflin)	400
Cloramfenicolo	100
Cimetidina	16
Dopamina	13
Epinefrina	1
Eritromicina	10
Glutazione	30
Idroclorotiazide	7,5
Ibuprofene	50
Isoniazide	4
Chetoprofene	50
L-dopa	5
Lidocaina	1
Lattato di litio	84
Meticillina	100
Metotrexate	0,5
Metronidazolo	5
Nafcillina	1
Nitrofurantoina	20
Oxacillina	1
Ossalacetato	132
Penicillina G	100
Fenitoina (5,5-difenilidantione)	3
Prolina	4
Rifampicina	0,5
Acido salicilico	50
Sulfadiazina	150
Sulfanilamide	50
Teofillina	20

Tabella 3: Le seguenti sostanze hanno mostrato uno spostamento maggiore di $\pm 10\%$ nel risultato di un campione con range normale.

	Concentrazione che produce interferenza >10%	% interferenza^A osservata
Proteina c-reattiva		
Glutazione	30	dim. 13%
Isoniazide	4	dim. 16%
L-dopa	5	dim. 28%
Ossalacetato	132	dim. 57%
Creatina chinasi		
Cefalotina	400	dim. 43%
Dopamina	15	dim. 46%
L-dopa	5	dim. 13%
Metotextrate	0,5	dim. 16 %
Nitrofurantoina	20	dim. 18 %
Creatinina		
Acido ascorbico	20	dim. 11%
Dopamina	19	dim. 80%
L-dopa	5	dim. 71%
Epinefrina	1	dim. 45%
Glutazione	30	dim. 13%
Glucosio		
Ossalacetato	132	dim. 11%
Piruvato	44	dim. 13%
Potassio		
Penicillina G	100	aum. 17%
Sulfadiazina	150	dim. 12%
Sodio		
Cefalotina	400	aum. 12%
Metotrexate	0,5	aum. 11%
Penicillina G	100	aum. 10%
Anidride carbonica totale		
Acetaminofene	100	aum. 11%
Acido ascorbico	20	dim. 12%
Cefalotina	400	aum. 13%
Cimetidina	16	dim. 19%
Eritromicina	10	dim. 21%
Lidocaina	1	aum. 23%
Metotrexate	0,5	dim. 80%
Nitrofurantoina	20	aum. 13%
Acido salicilico	50	dim. 17%
Sulfadiazina	150	dim. 25%

^A dim. = diminuita concentrazione dell'analita specifico; aum. = aumentata concentrazione dell'analita specifico

- 'Il bromuro a livelli tossici (≥ 15 mmol/l) può causare un effetto significativo (aumento >10%) sul risultato dell'analisi del cloro. Lo ioduro a concentrazioni molto elevate (30 mmol/l, livello massimo testato) non ha alcun effetto. Normali livelli fisiologici di bromuro e ioduro non interferiscono con il sistema Piccolo di test del cloro.

11. Valori attesi

I campioni di 125-150 maschi e femmine adulti sono stati analizzati per la presenza di elettroliti sull'analizzatore di chimica ematica Piccolo e i campioni di 69 maschi e femmine adulti sono stati analizzati sull'analizzatore chimico Piccolo Xpress per la CRP per determinare gli intervalli di riferimento. Questi valori di elettroliti sono stati calcolati in base all'intervallo di riferimento del 95% ricavato dai valori complessivi ottenuti dai soggetti di riferimento e l'intervallo di CRP si basava sulla trasferibilità dimostrata degli intervalli di riferimento del Beckman.⁴⁷ Tali intervalli vengono riportati a solo titolo indicativo. Si consiglia allo studio o alla struttura di definire valori minimi e massimi normali per la propria popolazione di pazienti.

Tabella 4: Intervalli di riferimento Piccolo

Analiti	Unità comuni	Unità SI
Proteina c-reattiva	< 7,5 mg/l	< 7,5 mg/l
Cloro	98-108 mmol/l	98-108 mmol/l
Creatina chinasi (Femmina)	30-190 U/l	30-190 U/l
Creatina chinasi (Maschio)	39-380 U/l	39-380 U/l
Creatinina	0,6-1,2 mg/dl	53-106 µmol/l
Glucosio	73-118 mg/dl	4,1-6,6 mmol/l
Potassio	3,6-5,1 mmol/l	3,6-5,1 mmol/l
Sodio	128-145 mmol/l	128-145 mmol/l
Anidride carbonica totale	18-33 mmol/l	18-33 mmol/l
Azoto ureico ematico (BUN)	7-22 mg/dl	2,5-7,9 mmol/l

12. Caratteristiche prestazionali

Linearità

La determinazione chimica per ciascun analita è lineare per il range dinamico sottoelencato se l'analizzatore chimico Piccolo Xpress è utilizzato seguendo la procedura raccomandata (cfr. il manuale d'uso dell'analizzatore chimico Piccolo Xpress).

Tabella 5: Range dinamici Piccolo

Analiti	Unità comuni	Unità SI
Proteina c-reattiva	5,0-200,0 mg/l	5,0-200,0 mg/l
Cloro	80-135 mmol/l	80-135 mmol/l
Creatina chinasi	5-5.000 U/l	5-5.000 U/l
Creatinina	0,2-20 mg/dl	18-1768 µmol/l
Glucosio	10-700 mg/dl	0,6-38,9 mmol/l
Potassio	1,5-8,5 mmol/l	1,5-8,5 mmol/l
Sodio	110-170 mmol/l	110-170 mmol/l
Anidride carbonica totale	5-40 mmol/l	5-40 mmol/l
Azoto ureico ematico (BUN)	2-180 mg/dl	0,7-64,3 mmol/l

Se la concentrazione dell'analita è superiore ai valori di rilevamento (range dinamico) ma inferiore ai valori previsti dal sistema, sulla scheda dei risultati sarà indicato un segno ">" vicino al limite immediatamente superiore e un asterisco dopo il numero, ad esempio: GLU >700* U/l. Se invece la concentrazione risulta inferiore al range dinamico, un segno "<" verrà stampato con un asterisco, ad esempio GLU <10* U/l. Per valori macroscopicamente superiori al range di misurazione (range del sistema), al posto del risultato viene stampato il segno "~~~~". Raccogliere un nuovo campione e rieseguire il test ogni volta che su una scheda viene stampato il segno "~~~~". Se i risultati relativi al secondo campione vengono nuovamente soppressi, rivolgersi all'assistenza tecnica Abaxis.

Sensibilità (limiti di rilevazione)

I limiti inferiori del range refertabile (dinamico) per ciascun analita sono i seguenti: proteina c-reattiva 5,0 mg/l; cloruro 80 mmol/l; creatina chinasi 5 U/l; creatinina 0,2 mg/dl (18 µmol/l); glucosio 10 mg/dl (0,6 mmol/l); potassio 1,5 mmol/l; sodio 110 mmol/l; anidride carbonica totale 5 mmol/l; e azoto ureico 2,0 mg/dl (0,7 mmol/l).

Precisione

Gli studi sulla precisione sono stati effettuati seguendo le linee guida CLSI EP5-A⁴⁸ con modifiche in base a CLSI EP18-A⁴⁹ relative ai dispositivi a utilizzo unitario. I risultati di precisione intra-sessione e totale sono stati determinati utilizzando due livelli di materiali di controllo reperibili in commercio. Per gli studi sono stati usati più strumenti. Due lotti di dischi reagenti sono stati usati per gli elettroliti ed uno per la proteina c-reattiva. I test sulla creatina chinasi, la creatinina, il glucosio, il sodio e l'azoto ureico sono stati svolti in un sito; quelli sul potassio e l'anidride carbonica totale sono stati svolti presso due siti nell'arco di 20 giorni; i test sulla proteina c-reattiva e sul cloruro (siero 1, controllo 1 e controllo 2) sono stati svolti presso due siti nell'arco di cinque giorni. I test sulla proteina c-reattiva (siero 2 e 3, plasma 1 e 2) sono stati svolti presso un unico sito nell'arco di cinque giorni.

I risultati degli studi sulla precisione sono riportati nella Tabella 6.

Tabella 6: Precisione

Analiti	Dimensioni del campione	Intra-sessione	Totale
Proteina c-reattiva (mg/l)	N = 80		
<u>Siero 1</u>			
Media		8,3	8,3
SD		0,70	0,81
%CV		8,4	9,8
<u>Siero 2</u>	N = 40		
Media		8,1	8,1
SD		0,49	0,51
% CV		6,1	6,3
<u>Siero 3</u>	N = 40		
Media		8,8	8,8
SD		0,54	0,54
% CV		6,2	6,2
<u>Plasma 1</u>	N = 40		
Media		34,5	34,5
SD		1,04	1,09
% CV		3,0	3,2
<u>Plasma 2</u>	N = 40		
Media		105,5	105,5
SD		2,06	2,30
% CV		1,9	2,2
<u>Controllo 1</u>			
Media		33,0	33,0
SD		1,21	2,12
%CV		3,7	6,4
<u>Controllo 2</u>			
Media		108,0	108,0
SD		1,88	3,14
%CV		1,7	2,9
Cloro (mmol/l)	N = 160		
<u>Controllo 1</u>			
Media		97,8	97,8
SD		1,63	1,74
% CV		1,7	1,7
<u>Controllo 2</u>			
Media		113,6	113,6
SD		1,97	2,22
% CV		1,7	2,0

Tabella 6: Precisione (segue)

Analiti	Dimensioni del campione	Intra-sessione	Totale
Creatina chinasi (U/l)	N = 120		
<u>Siero 1</u>			
Media		134	134
SD		2,7	2,7
% CV		2,0	2,0
<u>Siero 2</u>			
Media		526	526
SD		7,7	7,7
% CV		1,5	1,5
Creatinina (mg/dl)	N = 80		
<u>Controllo 1</u>			
Media		1,1	1,1
SD		0,14	0,14
% CV		12,5	13,1
<u>Controllo 2</u>			
Media		5,2	5,2
SD		0,23	0,27
% CV		4,4	5,2
Glucosio (mg/dl)	N = 80		
<u>Controllo 1</u>			
Media		66	66
SD		0,76	1,03
% CV		1,1	1,6
<u>Controllo 2</u>			
Media		278	278
SD		2,47	3,84
% CV		0,9	1,4
Potassio (mmol/l)	N = 120		
<u>Controllo 1</u>			
Media		6,12	6,12
SD		0,32	0,32
% CV		5,2	5,7
<u>Controllo 2</u>			
Media		4,10	4,10
SD		0,24	0,26
CV		5,9	6,3
Sodio (mmol/l)	N = 80		
<u>Controllo 1</u>			
Media		143,5	143,5
SD		2,28	2,28
% CV		1,6	1,6
<u>Controllo 2</u>			
Media		120,0	120,0
SD		2,13	2,13
% CV		1,8	1,8
Anidride carbonica totale (mmol/l)	N = 120		
<u>Controllo 1</u>			
Media		21,4	21,4
SD		2,29	2,29
% CV		10,7	10,7
<u>Controllo 2</u>			
Media		10,5	10,5
SD		0,90	0,90
% CV		8,6	8,6

Tabella 6: Precisione (segue)

Analiti	Dimensioni del campione	Intra-sessione	Totale
Azoto ureico ematico (mg/dl)	N = 80		
<u>Controllo 1</u>			
Media		19	19
SD		0,35	0,40
% CV		1,9	2,1
<u>Controllo 2</u>			
Media		65	65
SD		1,06	1,18
% CV		1,6	1,8

Correlazione

Alcuni campioni di sangue intero litio-eparinizzato e di siero sono stati prelevati ed analizzati con l'analizzatore chimico ematico Piccolo e con uno o più metodi comparativi per determinare i livelli di cloro, creatina chinasi, creatinina, glucosio, potassio, sodio, anidride carbonica totale e azoto ureico. I campioni di sangue intero sono stati analizzati con l'analizzatore chimico ematico Piccolo o l'analizzatore chimico Piccolo Xpress (per CRP) presso i siti mentre i campioni di siero sono stati analizzati con l'analizzatore chimico ematico Piccolo o l'analizzatore chimico Piccolo Xpress (per la CRP) e con metodi comparativi. In alcuni casi, sono stati usati campioni supplementati alti e bassi per coprire il range dinamico. Alcuni campioni di plasma litio-eparinizzati sono stati analizzati per determinare il livello di CRP con analizzatore chimico Piccolo Xpress e con un metodo comparativo. Sono stati scelti campioni rispondenti ai valori di distribuzione contenuti nelle linee guida CLSI EP9-A2.⁵⁰

La Tabella 7 riporta i dati di correlazione rappresentativi.

Tabella 7: Correlazione dell'analizzatore chimico ematico Piccolo o l'analizzatore chimico Piccolo Xpress (per la CRP) con il metodo comparativo

	Coefficiente di correlazione	Pendenza	Intercetta	SEE	N	Intervallo campione	Metodo comparativo
Proteina c-reattiva (mg/l)	0,998	0,990	-0,4	4,6	113	5,4-198,6	Beckman
Cloro (mmol/l)	0,978	0,982	-1,1	1,84	120	71-118	Vitros 950
Creatina chinasi (U/l)	0,967	1,194	-25	9,05	47	6-813	Cobas Fara®
Creatinina (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
Glucosio (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
Potassio (mmol/l)	0,969	0,863	0,6	0,14	58	2,0-6,8	Radiometro KNA™ 2
Sodio (mmol/l)	0,937	0,782	27,7	3,79	113	116-154	Radiometro KNA™ 2
Anidride carbonica totale (mmol/l)	0,947	0,903	2,4	0,84	60	6-39	Cobas Fara
Azoto ureico ematico (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

Tabella 8: Correlazione della tipologia di campione per CRP

L'analisi per tipologia di campione in base alla regressione di Deming, nell'ambito della determinazione del livello di CRP, ha dato i seguenti risultati su n = 21.

Asse Y	Asse X	R²	Pendenza	Intercetta
Plasma litio-eparinizzato	Sangue intero litio-eparinizzato	1,000	0,995	0,2
Siero	Sangue intero litio-eparinizzato	0,999	1,005	0,5
Siero	Plasma litio-eparinizzato	0,999	1,010	0,3

Non sono state rilevate differenze significative nel livello di CRP nel sangue intero litio-eparinizzato, nel plasma litio-eparinizzato e nel siero.

13. Simboli



Usare entro



Numero catalogo



Codice lotto



Dispositivo diagnostica
in vitro



Consultare le istruzioni
per l'uso



Produttore



Non riutilizzare



Numero X di dispositivi di
test nel kit



Sequenza di
produzione



Seriale



Rappresentante
autorizzato
nell'Unione
Europea



Limitazione
temperature



PN:
Numero parte

Attenzione

14. Bibliografia

1. Macy E, Hayes T, Tracy R. Variability in the measurement of c-reactive protein in healthy subjects: implications for reference interval and epidemiological applications. *Clin. Chem.* 1997; 43: 52-58.
2. Rifai N, Tracy RP, Ridker PM. Clinical efficacy of an automated high-sensitivity C-reactive protein assay. *Clin Chem* 1999; 45: 2136-2141.
3. Roberts WL, Moulton L, Law TC, Farrow G, Cooper-Anderson M, Savory J, Rifai N. Evaluation of nine automated high-sensitivity C-reactive protein methods: implications for clinical and epidemiological applications. Part 2. *Clin Chem.* 2001; 47: 418-425.
4. Ono T, et al. A new enzymatic assay of chloride in serum. *Clin Chem.* 1988; 34: 552-553.
5. Kuby SA, Noda, L and Lardy HA. Adenosinetriphosphate-creatine transphosphorylase. *J. Biol Chem.* 1954; 209: 191-201.
6. Tanzer MI And Gilvarg C. Creatine and creatine kinase measurement. *J Biol Chem.* 1959; 234: 3201-3204.
7. Nuttall FQ And Wedin DS. A simple rapid colorimetric method for determination of creatine kinase activity. *J Lab Clin Med.* 1966; 68: 324-332.
8. Oliver IT. A spectrophotometric method for the determination of creatine phosphokinase and myokinase. *Biochem J.* 1955; 61: 116-122.
9. Rosalki SB. An improved procedure or serum creatine phosphokinase determination. *J Lab Clin Med.* 1967; 69: 696-705.
10. Szasz G, Gruber W and Bernt E. Creatine kinase in serum: I. Determination of optimum reaction conditions. *Clin Chem.* 1976; 22: 650-656.
11. Expert Panel On Enzymes, Committee Of Standards (IFCC). 1979 Approval Recommendations Of IFCC Methods For The Measurement Of Catalytic Concentrations Of Enzymes, Part 1. General Considerations. *Clin Chim Acta.* IFCC Sections: 98: 163-174.
12. Committee On Enzymes Of The Scandinavian Society For Clinical Chemistry And Clinical Physiology. 1976. Recommended Method For The Determination Of Creatine Kinase In Blood. *Scand J. Clin Lab Invest.* 36: 711-723.
13. Knoll VE, et al. Spezifische kreatininbetimmung im serum. *Z Klin Chem Klin Biochem.* 1970; 8: 582-587.
14. Haeckel R, et al. Simplified determinations of the "true" creatinine concentration in serum and urine. *J Clin Chem Clin Biochem.* 1980; 18: 385-394.
15. Moss GA, et al. Kinetic enzymatic method for determining serum creatinine. *Clin Chem.* 1975; 21: 1422-1426.
16. Jaynes PK, et al. An enzymatic, reaction-rate assay for serum creatinine with a centrifugal analyzer. *Clin Chem.* 1982; 28: 114-117.
17. Fossati P, et al. Enzymatic creatinine assay: a new colorimetric method based on hydrogen peroxide measurement. *Clin Chem.* 1983; 29: 1494-1496.
18. Whelton A, et al. Nitrogen metabolites and renal function. In: Tietz Textbook of Clinical Chemistry, 2nd Ed. Burtis CA, and Ashwood ER, Eds. Philadelphia: W.B. Saunders Company. 1994; 1513-1575.
19. Folin O, et al. A system of blood analysis. *J Biol Chem.* 1919; 38: 81-110.
20. Somogyi M. A reagent for the copper-iodometric determination of very small amounts of sugar. *J Biol Chem.* 1937; 117: 771-776.
21. Nelson N, et al. A photometric adaption of the Somogyi method for the determination of glucose. *J Biol.* 1944; 153: 375-380.
22. Kaplan LA. Glucose. In: *Clinical Chemistry: Theory, Analysis, and Correlation*, 2nd ed. Kaplan LA, AJ Pesce AJ, eds. St. Louis: The C.V. Mosby Company. 1989; 850-856.
23. Berry MN, et al. Enzymatic determination of potassium in serum. *Clin Chem.* 1989; 35: 817-820.
24. 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.
25. 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: 1528-1531.
26. Helgerson RC, et al. Host-guest Complexation. 50. Potassium and sodium ion-selective chromogenic ionophores. *J Amer Chem Soc.* 1989; 111: 6339-6350.
27. Kumar A, et al. Chromogenic ionophere-based methods for spectrophotometric assay of sodium and potassium in serum and plasma. *Clin Chem.* 1988; 34: 1709-1712.
28. Berry MN, et al. Enzymatic determination of sodium in serum. *Clin Chem.* 1988; 34: 2295-2298.
29. Skeggs LT Jr. An automatic method for the determination of carbon dioxide in blood plasma. *Am J. Clin Pathol.* 1960; 33: 181-185.
30. 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.
31. Fales FW. Urea in serum, direct diacetyl monoxime method. In: *Selected Methods of Clinical Chemistry*, vol 9. Faulkner WR, Meites S, eds. Washington, DC.: American Association for Clinical Chemistry. 1982; 365-373.

14. Bibliografia (segue)

32. Van Slyke, et al. A permanent preparation of urease, and its use in the determination of urea. *J Biol Chem.* 1914; 19: 211-228.
33. Fawcett JK, et al. A rapid and Precise method for the determination of urea. *J Clin Pathol.* 1960; 13: 156-159.
34. Chaney, et al. Urea and ammonia determinations. *Clin Chem.* 1962; 8: 130-132.
35. Talke H, et al. Enzymatische Harnstoffbestimmung in Blut and Serum im optischen Test nach Warburg. *Klin Wochensch.* 1965; 43: 174-175.
36. Hallett, et al. Reduced nicotinamide adenine dinucleotide-coupled reaction for emergency blood urea estimation. *Clin Chim Acta.* 1971; 35: 33-37.
37. Patton, et al. Spectrophotometric and kinetics investigation of the Berthelot reaction for the determination of ammonia. *Anal Chem.* 1977; 49: 464-469.
38. Sampson EJ, et al. A coupled-enzyme equilibrium method for the measuring urea in serum: optimization and evaluation of the AACC study group on Urea Candidate reference method. *Clin Chem.* 1980; 26: 816-826.
39. Clinical and Laboratory Standards Institute. Physician's office laboratory guidelines, tentative guideline, 2nd ed. CLSI Document POL1-T2. Wayne, PA: CLSI, 1992.
40. Scott, M.G. Electrolytes and Blood Gases. In: *Tietz Textbook of Clinical Chemistry.* 3rd ed. Burtis CA, Ashwood ER, eds. Philadelphia: WB Saunders Company. 1999; 1058-1059.
41. Clinical and Laboratory Standards Institute. Procedures for the handling and processing of blood specimens; tentative standard. CLSI Document H18-A2. Wayne, PA: CLSI, 1999.
42. Overfield CV, et al. Glycolysis: a re-evaluation of the effect on blood glucose. *Clin Chim Acta.* 1972; 39: 35-40.
43. Rehak NN, Chiang BT. Storage of whole blood: effect of temperature on the measured concentration of analytes in serum. *Clin Chem.* 1988; 34:2111-4.
44. Scott, M.G. Electrolytes and Blood Gases. In: *Tietz Textbook of Clinical Chemistry.* 3rd ed. Burtis CA, Ashwood ER, eds. Philadelphia: WB Saunders Company. 1999; 1065-1066.
45. Clinical and Laboratory Standards Institute. Interference testing in clinical chemistry; proposed guideline. CLSI Document EP7-A. Wayne, PA: CLSI, 2002.
46. Young DS. *Effects of drugs on clinical laboratory tests,* 3rd ed. Washington, DC: AACC Press, 1990.
47. Clinical and Laboratory Standards Institute. How to define and determine reference intervals in the clinical laboratory, approved guidelines, 2nd ed. CLSI Document C28-A3. Wayne, PA: CLSI, 2008.
48. Clinical and Laboratory Standards Institute. Evaluation of precision performance of clinical chemistry devices; approved guideline. CLSI Document EP5-A. Wayne, PA: CLSI, 1999.
49. Clinical and Laboratory Standards Institute. Quality management for unit-use testing; proposed guideline. CLSI Document EP18-A. Wayne, PA: CLSI, 2002.
50. Clinical and Laboratory Standards Institute. Method comparison and bias estimation using patient samples; approved guideline. CLSI Document EP9-A2. Wayne, PA: CLSI, 2002.