

ODREĐIVANJE ALUMINIJUMA U SERUMU ELEKTROTERMALNOM
ATOMSKOM APSORPCIONOM SPEKTROFOTOMETRIJOM

P. Radošević

Vojnomedicinska akademija, Beograd

Primljeno 16. X. 1990.

Razvijena je jednostavna i osetljiva metoda za određivanje aluminijuma u serumu elektrotermalnom atomskom apsorpcionom spektrofotometrijom. U literaturi postoje kontradiktorni podaci o analitičkim uslovima zbog čega je u ovom radu izvršeno njihovo ispitivanje. Metoda se sastoji u jednostavnom razblaživanju uzorka sa 0,05% Triton X-100 i atomizaciji uzorka na zidu pirolitički presvučene kivete. Osetljivost metode je oko 1 µg/L, a preciznost <11%. Za kalibraciju se preporučuje metoda dodatka standarda, ali je takođe moguće koristiti baždarnu krivu konstruisanu dodacima aluminijuma u serum sa niskom koncentracijom ovog elementa.

Ključne reči: atomski apsorpcioni spektrofotometar, elektrotermalni atomizer, hemodijaliza, serodijagnostika, toksičnost aluminija, toksikologija.

Sve do sredine sedamdesetih godina o toksičnosti aluminijuma nije se mnogo pisalo niti su se vršila istraživanja na tom polju, mada je još 1921. godine (1) opisan slučaj trovanja aluminijom sa svim karakterističnim simptomima. Tek saznanjem da je aluminijum verovatni uzročnik encefalopatije i osteomalacije kod pacijenata sa hroničnim oštećenjem bubrega koji su duže vremena na hemodijalizi (2), preduzeta su vrlo intenzivna istraživanja i došlo se do mnogo potpunijeg shvatanja toksičnog dejstva ovog elementa. Uzrok trovanja može biti povećan sadržaj aluminijuma u dijalizatorskoj tečnosti kao posledica kontaminacije vode ili hemikalija, kada koncentracionim gradijentom dolazi do njegovog prolaska kroz dijalizatorsku membranu u cirkulaciju. Aluminijum se u plazmi veže za proteine i kao takav postaje nedifuzibilan, što je uzrok njegovog nagomilavanja u organizmu. Drugi izvor intoksikacije je upotreba lekova na bazi aluminijum hidroksida koji se koriste oralno u cilju sprečavanja resorpcije fosfata iz digestivnog trakta kod pacijenata na dijalizi. Iako je resorpcija Al iz digestivnog trakta mala, usled oštećenja bubrega izlučivanje je značajno smanjeno, što opet dovodi do nagomilavanja ovog elementa. Alzheimerova bolest se takođe dovodi u vezu sa toksičnim dejstvom aluminijuma (3). Povećana količina aluminijuma u serumu sreće se

u svim slučajevima intoksikacije ovim elementom. Izraženost simptoma trovanja u direktnoj je zavisnosti od njegove koncentracije u serumu. Iz tog proizlazi da određivanje aluminijuma u serumu ima veliki dijagnostički značaj u prevenciji trovanja.

Elektrotermalna atomska apsorpciona spektrofotometrija (ETAAS) jeste metoda izbora za određivanje aluminijuma u serumu s obzirom na izuzetno male količine analita u biološkom materijalu i velike probleme u vezi sa kontaminacijom (4, 5). Induktivno spregnuta argonska plazma navodi se u literaturi kao druga prihvatljiva metoda (6). Kako su u literaturi podaci o analitičkim uslovima prilično kontradiktorni, cilj ovog rada je bio ispitivanje svih relevantnih analitičkih parametara i iznalaženje najpogodnijih za određivanje aluminijuma u serumu.

MATERIJAL I METODE

Materijal

Uzorci za analizu uzimani su od zdravih ljudi koji nisu bili eksponirani aluminijumu i pacijenata sa hemodijalize. Za ispitivanje preciznosti sjedinjen je veći broj seruma sa malom količinom aluminijuma. Na isti način je napravljen srednji uzorak sa povećanom količinom aluminijuma. Za venepunkciju su upotrebene čelične igle i prvih 1-2 ml krvi je odbacivano. Krv je sakupljana u staklene epruvete za centrifugiranje i centrifugirana. Automatskom pipetom serumi su odvojeni u plastične epruvete koje su potom zatvarane parafilmom i do momenta analiziranja čuvane u zamrzivaču na -20°C .

Pranje laboratorijskog posuđa

Laboratorijsko posuđe i sav pribor koji dolazi u kontakt sa uzorkom potapa se preko noći u 3M nitratnu kiselinu i sutradan dobro ispere u demineralizovanoj vodi specifične električne otpornosti $18\text{ M}\Omega\cdot\text{cm}$. Sudovi se suše u sušioniku, a nakon hlađenja na sobnoj temperaturi pakuju u polietilenske kese kako bi se sprečila kontaminacija prašinom. Stakleno laboratorijsko posuđe treba izbegavati i kad god je moguće upotrebiti plastično. Pre upotrebe sudove uvek treba proveriti na čistoću.

Aparatura

Sva određivanja vršena su na atomskom apsorpcionom spektrofotometru Perkin-Elmer model 5000 i elektrotermalnom atomizeru HGA 500. Uzorci su unošeni u grafitnu kivetu pomoću uređaja za automatsko unošenje uzoraka AS 40, a signal registrovan na pisaču Model 56 i računaru DS 3600 koji je bio vezan sa ploterom Hewlett Packard 7225A. Osnovni instrumentalni parametri su: izvor svetla — šuplja katoda, struja lampe 25 mA, talasna dužina 309,3 nm (alternativna talasna dužina 396,2 nm), spektralna širina izlaznog proreza 0,7 nm, i registrovanje visine pika. Parametri na atomizeru prikazani su u tabeli 1. Protok argona kroz grafitnu kivetu u svim koracima je 300 ml/min osim u momentu atomizacije kada iznosi 20 ml/min. Zapremina razblaženog uzorka koja se unosi u grafitnu kivetu je 20 μl .

Tabela 1.

Osnovni parametri elektrotermalnog atomizera HGA 500

	Temperatura (°C)	Vreme zagrevanja (s)	Držanje na temperaturi (s)
Sušenje 1	100	15	10
Sušenje 2	120	5	5
Spaljivanje 1	700	15	10
Spaljivanje 2	1600	10	10
Atomizacija	2500	0	4
Ispiranje	2700	1	4
Hlađenje	30	1	9

Reagensi

Kao osnovni analitički standardni rastvor upotrebljen je Merckov originalni rastvor napravljen od AlCl_3 , koncentracije 1 g Al/L. Rastvor za razblaživanje predstavlja 0,05% Triton X-100 (Sigma) u demineralizovanoj vodi. Radni analitički standardni rastvori koncentracije 12,5 $\mu\text{g/L}$ i 25 $\mu\text{g/L}$ u 0,05% Triton X-100 upotrebljeni su u metodi dodatka standarda za dodatke +25 $\mu\text{g/L}$ i +50 $\mu\text{g/L}$ kada je serum razblaživan sa dvostrukom zapreminom ovih rastvora.

Priprema uzoraka

Priprema uzoraka se sastoji u jednostavnom razblaživanju seruma u sledećem odnosu: 0,2 ml seruma + 0,4 ml rastvora za razblaživanje.

REZULTATI I DISKUSIJA

Priprema uzoraka za analizu

Razblaživanjem seruma značajno se smanjuje mogućnost kontaminacije uzorka jer su postupci pripreme vrlo jednostavni. Upotrebljava se minimalna količina laboratorijskih sudova, a u uzorak se unose vrlo male količine hemikalija visokog stepena čistoće. Pored ovog postoje i drugačiji prilazi gde se kao vrsta pripreme koristi taloženje proteina pomoću kiselina (7), razaranje organskog materijala oksidacionim sredstvima (8) ili razgradnja tkivnih proteina tetrametil amonijum hidroksidom (9). Ipak, najveći broj autora se slaže da su razblaživanja seruma rastvorima: 0,14% MgNO_3 u 0,2% Triton X-100 (10), smešom 0,01 M HNO_3 u 0,1% Triton X-100 (11, 12), dvostruko destilovanom vodom (13), smešom $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, EDTA i Triton X-100 (14, 15), najpogodniji načini pripreme uzoraka za analizu aluminijuma.

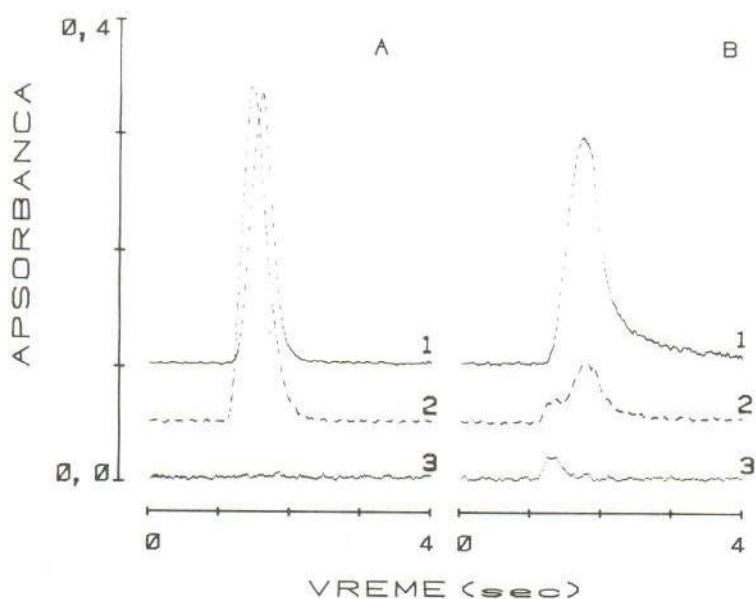
Kao sredstvo za razblaživanje ispitani smo 0,05 M HNO_3 i rastvor površinski aktivne materije Triton X-100. Primena razblažene kiseline nije pogodna jer uslovljava delimično taloženje proteina, koje se uočava opalescencijom seruma. Aluminijum je vezan na serumske proteine pa se na ovaj način gubi iz uzorka što utiče na preciznost i

tačnost merenja. Serum razblažen 0,1% rastvorom površinski aktivne supstance nakon unošenja u kivetu spontano izlazi iz nje kroz otvor za injiciranje. Ovo se može objasniti velikim smanjenjem površinskog napona uzorka i dejstvom kapilarnih sila. Smanjenjem koncentracije Tritona X-100 na 0,05% izlaženje uzorka iz kivete se ne primećuje. Izbor rastvora za razblaživanje važan je i zbog uslova sušenja tečnog uzorka čime uvek započinje analiza. Upotrebom razblažene kiseline ili demineralizovane vode kao sredstva za razblaživanje, uzorak unutar kivete ostaje u obliku kapljice usled velikog površinskog napona. U ovom slučaju temperatura i brzina zagrevanja u toku sušenja moraju se vrlo pažljivo odabrati i kontrolisati da ne bi došlo do prskanja uzorka zbog pregrevanja. Upotrebom površinski aktivne supstance za razblaživanje postiže se fino i ravnomerno oblaganje unutrašnjosti kivete uzorkom. Vreme sušenja se skraćuje a prskanje ne primećuje. Smetnje od strane drugih sastojaka iz uzorka i nivo nespecifične apsorpcije uslovljavaju stepen razblaženja. Za određivanje aluminijuma u serumu razblaživanje se kreće u rasponu od 1+4 (11) do 1+1 (16), a neki autori su vršili određivanja iz nerazblaženog seruma (17, 18). Ispitivanjem smetnji od strane drugih sastojaka uzorka i intenziteta nespecifične apsorpcije ustanovili smo da se razblaženjem u odnosu 1+2 sa 0,05% Triton X-100 postižu najbolji rezultati.

Izbor pogodnih instrumentalnih parametara

Poznata je činjenica da se u cilju smanjenja smetnji od strane drugih konstituenasa iz uzorka i povećanja osetljivosti određivanja vrši modifikacija unutrašnje površine grafitne kivete. Standardna modifikacija predstavlja tzv. pirolitičko presvlačenje površine kivete koje se postiže sagorevanjem grafita na samoj površini u struji argon/metan, čime se smanjuje propustljivost i difuzija uzorka kroz zid kivete. Najveći broj autora navodi ovu vrstu kivete kao najpogodniju za određivanje aluminijuma u biološkom materijalu (10, 16). Neki autori predlažu i hemijsku modifikaciju površine grafitne kivete molibdenom (19), torijumom (20), a efikasni su takođe cirkonijum i tantal. Upotreba standardne kivete se takođe preporučuje u nekim radovima (11). Radi odabiranja najpogodnije vrste kivete izvršeno je jednostavno određivanje aluminijuma u vodenom standardnom rastvoru i u serumu približno iste koncentracije na standardnoj i pirolitički presvučenoj grafitnoj kiveti uz atomizaciju na zidu. Rezultati tog ispitivanja prikazani su na slici 1. Iz slike se jasno vidi da je osetljivost određivanja aluminijuma u vodenom rastvoru veća uz upotrebu pirolitičke kivete. To je još više izraženo kada se određivanje vrši u serumu. Nespecifična apsorpcija snimljena u momentu atomizacije seruma pri upotrebi grafitne pirolitičke kivete se ne primećuje, dok je na običnoj kiveti apsorpcioni pik jasno vidljiv. Uočljivo je takođe da je na pirolitičkoj kiveti brzina izlaženja apsorpcionog pika aluminijuma iz seruma veća u poređenju sa vodenim rastvorima. Ovo ukazuje na postojanje izvesnih uticaja od strane sredine koji se mogu pogodnim načinom kalibracije instrumenata prevazići. Pored povećane osetljivosti određivanja pirolitički presvučena grafitna kiveta ima dva puta duži vek u poređenju sa običnom kivetom.

Izbor temperature sušenja uzorka i brzine zagrevanja, kada se kao sredstvo za razblaživanje koristi rastvor Triton X-100, nije toliko kritičan. Izbor temperature

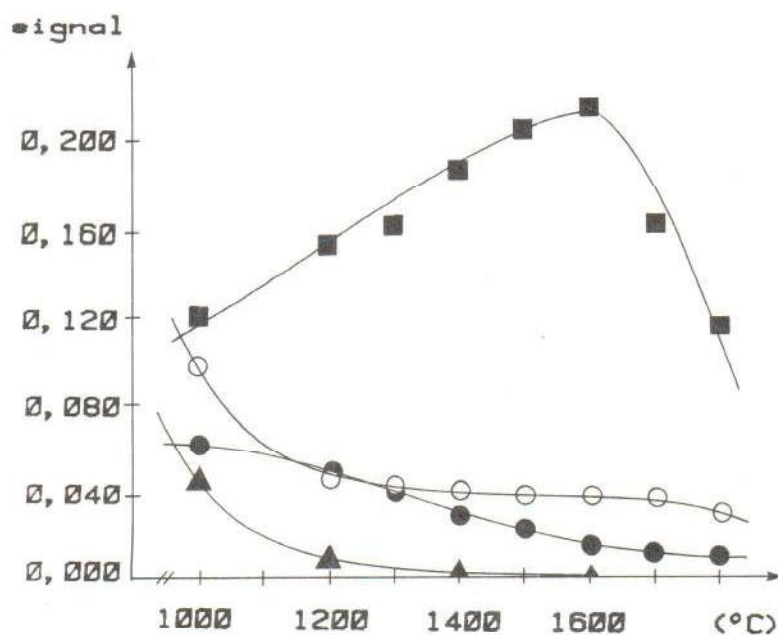


A – pirolitički presvučena kivetva, B – obična kivetva, 1 – apsorpcioni signal Al iz standardnog vodenog rastvora, 2 – apsorpcioni signal Al iz razblaženog uzorka seruma, 3 – signal nespecifične apsorpcije od razblaženog uzorka seruma. Apсорpcioni signali na obe kivetve su međusobno pomereni za apsorbanču 0,05.

Slika 1. Pogodnost upotrebe obične i pirolitički obložene grafitne kivetve

spaljivanja je mnogo važniji. Na slici 2. prikazana je zavisnost apsorpcionog signala aluminijuma i nespecifične apsorpcije od temperature, kada se u običnu i pirolitičku kivetvu injicira 20 μ l razblaženog seruma. Maksimalna temperatura spaljivanja na pirolitičkoj kivetvi iznosi 1600 °C. Nakon spaljivanja seruma na ovoj temperaturi u momentu atomizacije nespecifična apsorpcija se ne uočava. Na ovaj način moguće je uz upotrebu pirolitički presvučene kivetve određivati aluminijum u serumu bez korektora nespecifične apsorpcije. To je dokazano analiziranjem više uzoraka sa korektorom nespecifične apsorpcije i bez njega. Dobijeni rezultati prikazani su u tabeli 2.

Prihvatili smo da atomizaciona temperatura bude 2500 °C jer se njenim povećanjem preko navedene vrednosti ne dobija mnogo na osetljivosti, a životni vek kivetve se značajno smanjuje. Zapremina razblaženog uzorka koja se injicira u kivetvu i iznosi 20 μ l optimalna je s obzirom na smetnje i osetljivost metode. Osetljivost koja se pod navedenim uslovima može postići iznosi oko 1 μ g/L, što omogućuje određivanje aluminijuma u serumu zdravih ljudi. Pod istim uslovima nije uočeno taloženje ugljenika na zidovima kivetve tokom čitavog njenog radnog veka (150 – 200 atomizacija).



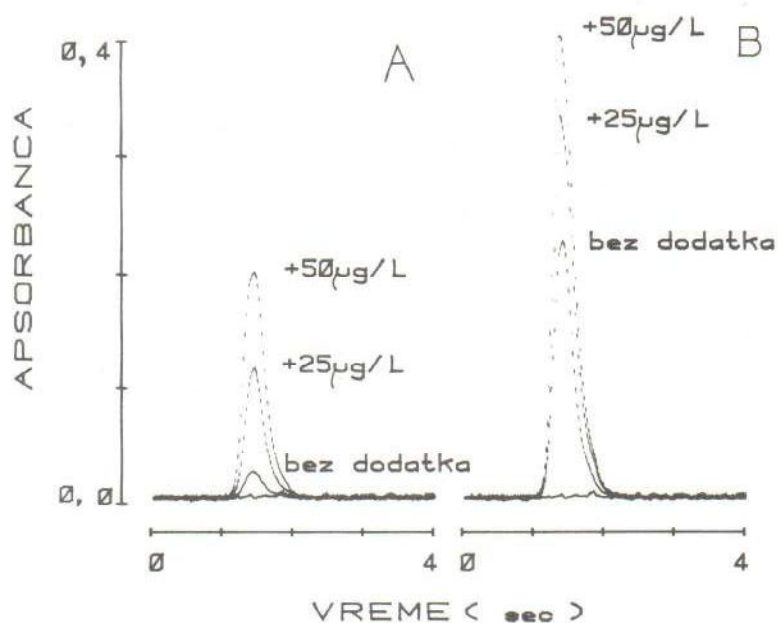
■ – apsorpcioni signal Al na pirolitičkoj kivet, ▲ – signal nespecifične apsorpcije na pirolitičkoj kivet, ○ – apsorpcioni signal Al na običnoj kivet, ● – signal nespecifične apsorpcije na običnoj kivet.

Slika 2. Zavisnost jačine apsorpcionog signala Al iz razblaženog seruma od temperature spaljivanja

Tabela 2.

Poređenje rezultata određivanja koncentracije aluminijuma u serumu dobijenih sa upotrebom i bez upotrebe korektora nespecifične apsorpcije

Koncentracija Al u serumu (µg/L)	
Sa upotrebom korektora	Bez upotrebe korektora
6,1	5,5
24,5	24,5
28,5	30,2
29,5	26,8
36,0	38,4
58,6	56,0



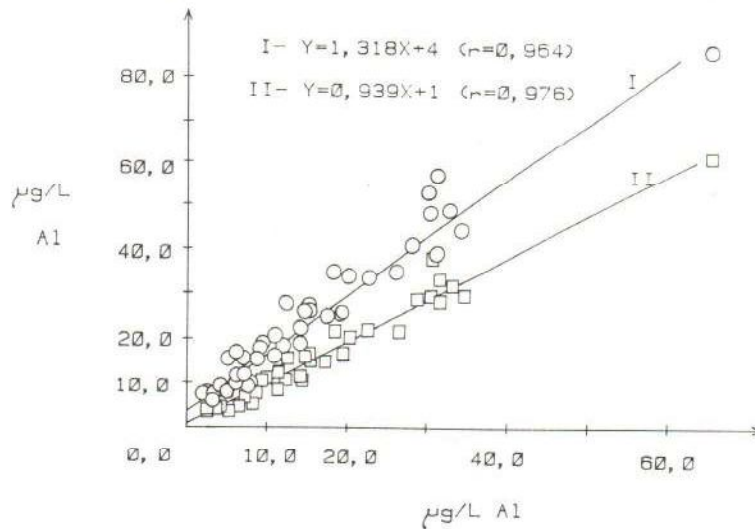
Slika 3. Prikaz nelinearnosti kod određivanja Al u serumu zdrave osobe (A) i pacijenta na hemodijalizi (B) metodom dodatka standarda

Talasna dužina rezonantne linije aluminijuma je 309,3 nm. Problem koji nastaje upotrebom rezonantne linije je nelinearnost i naročito je izražena na vrednostima apsorbanca većim od 0,400. Na slici 3 prikazan je slučaj određivanja aluminijuma u serumu zdravog čoveka i pacijenta sa dijalize, gde se jasno uočava problem nelinearnosti. Alternativa za razblaživanje je upotreba druge talasne dužine 396,2 nm koja je za oko 25% manje osetljiva od rezonantne i gde linearnost leži u mnogo širem rasponu koncentracija.

Kalibracija instrumenta

Način kalibracije predstavlja sporno pitanje kada se radi o određivanju aluminijuma u serumu (21, 22). Postoje tri moguća načina: a) koncentracije se mogu izračunavati iz baždarne krive konstruisane pomoću vodenih standardnih rastvora aluminijuma, b) iz baždarne krive konstruisane od standardnih rastvora aluminijuma dodatih u serum zdravih ljudi i c) metodom dodatka standarda. Metoda dodatka standarda predstavlja svakako najpouzdaniji način rada gde svaki uzorak za sebe predstavlja sredinu u kojoj se pravi baždarna kriva. Nedostatak ove metode je što jedan uzorak zahteva devet atomizacija, čime se značajno produžuje vreme određivanja. Neslaganje među autorima u stručnoj literaturi vrlo je uočljivo u ovom domenu, a greške koje se prave neadekvatnom obradom signala mogu biti ogromne. Mada neki autori (11, 23) navode

da su nagibi kalibracionih krivih pripremljenih od vodenih standardnih rastvora i standardnih rastvora u serumu slični ili isti, većina autora smatra suprotno (13, 16, 17, 19). Gitelman (19) čak navodi da nagibi krivih konstruisanih u serumu različitih pacijenata imaju različite vrednosti, što ukazuje na neophodnost upotrebe metode dodatka standarda u svaki uzorak. U cilju donošenja vlastitog stava o ovom problemu izvršeno je analiziranje aluminijuma u 40 uzoraka zdravih ljudi i pacijenata na dijalizi, i to: preko baždarne krive napravljene pomoću vodenih standardnih rastvora, upotrebom baždarne krive napravljene dodacima aluminijuma u serum sa malim sadržajem istog elementa i metodom dodatka standarda. Za baždarnu krivu u serumu dobijena je jednačina $y = 4,228x + 0,004$, a za baždarnu krivu u vodenim standardnim rastvorima $y = 2,78x - 0,003$. Koeficijenti pravca ove dve krive se očigledno značajno razlikuju. Rezultati dobijeni određivanjem aluminijuma u uzorcima upoređeni su regresionom analizom i prikazani na slici 4. Na x-osu naneseni su rezultati dobijeni metodom dodatka standarda koji služe kao osnova za upoređivanje. Na y-osu naneseni su u jednom slučaju rezultati dobijeni pomoću baždarne krive konstruisane analizom vodenih standardnih rastvora i parovi rezultata prikazani su kružićima. U drugom slučaju na y-osu su naneseni rezultati dobijeni pomoću baždarne krive u serumu, a parovi vrednosti prikazani su kvadratićima. Obe krive pokazuju značajnu korelaciju,



○ - parovi rezultata dobijenih metodom dodatka standarda i pomoću baždarne krive u vodenim standardnim rastvorima, □ - parovi rezultata dobijenih metodom dodatka standarda i pomoću baždarne krive u serumu.

Slika 4. Regresiona analiza rezultata određivanja Al u serumu dobijenih različitim načinima kalibracije instrumenta

međutim razlikuju se mnogo u koeficijentima pravca. U slučaju parova rezultata dobijenih metodom dodatka standarda i baždarne krive od vodenih standardnih rastvora konstruisana je prava sa koeficijentom pravca 1,318 što ukazuje na loše slaganje ove dve metode. Kada se upoređuju rezultati dobijeni metodom dodatka standarda i pomoću baždarne krive u serumu koeficijent pravca je 0,939. Iz ove analize može se zaključiti da za vrlo tačna merenja moramo upotrebiti metodu dodatka standarda. Izračunavanje rezultata iz baždarne krive napravljene pomoću rastvora aluminijuma dodatih u serum može se koristiti za rutinska određivanja kada se radi o velikom broju uzoraka. Određivanje u paralelkama u ovom slučaju je neophodno. Baždarna kriva konstruisana pomoću vodenih standardnih rastvora ni u kom slučaju se ne sme upotrebiti za kalibraciju. Preciznost određivanja ispitana je na dve koncentracije: 5,8 i 26,8 µg/L za metodu dodatka standarda i iznosi 11,2 i 8,8% za n=12.

ZAKLJUČAK

Za određivanje aluminijuma u serumu uzorak se razblažuje u odnosu 1+2 sa 0,05% rastvorom Triton X-100 u cilju pojednostavljenja pripreme, a time i smanjenja nivoa kontaminacije. Nakon spaljivanja uzorka (na zidu kivete i na temperaturi od 1600 °C) u trenutku atomizacije se ne registruje nespecifična apsorpcija. Ovo omogućuje rad bez korektora nespecifične apsorpcije. Za tačna merenja treba koristiti metodu dodatka standarda, dok se za grublji rutinski rad može koristiti baždarna kriva konstruisana pomoću standardnih rastvora dodatih u serum sa niskom koncentracijom aluminijuma.

LITERATURA

1. Spofforth J. Case of aluminum poisoning. Lancet 1921;1:1301.
2. Flendring JA, Krus H, Das HA. Aluminum and dialysis dementia. Lancet 1976;1:1235.
3. King SW, Savory J, Wills MR. The clinical biochemistry of aluminum. CRC Crit Rev Clin Lab Sci 1981;14:1.
4. Savory J, Wills MR. Analytical methods for aluminum measurement. Kidney International 1986;29(18):24.
5. Gardiner EP, Stoeppler M. Optimisation of the analytical conditions for the determination of aluminium in human blood, plasma and serum by graphite furnace atomic absorption spectrometry. Part 2. Assessment of the analytical method. J Anal At Spectrosc 1987;2:401.
6. Allain P, Mauras Y. Determination of aluminum in blood, urine and water by inductively coupled plasma emission spectrometry. Anal Chem 1979;51:2089.
7. Brown S, Bertholf RL, Wills MR, Savory J. Electrothermal atomic absorption spectrometric determination of aluminum in serum with a new technique for protein precipitation. Clin Chem 1984;30:1216.
8. Frech W, Cedergren A, Cederberg C, Vessman J. Evaluation of some critical factors affecting determination of aluminum in blood, plasma or serum by electrothermal atomic absorption spectroscopy. Clin Chem 1982;28:2259.
9. Stevens JB. Electrothermal atomic absorption determination of aluminum in tissues dissolved in tetramethyl ammonium hydroxide. Clin Chem 1984;30:745.

10. Leung YF, Henderson RA. Determination of aluminum in serum and urine using matrix modification and the L'vov platform. *Atomic Spectroscopy* 1983;4:1.
11. Oster O. The aluminium content of human serum determined by atomic absorption spectroscopy with a graphite furnace. *Clin Chim Acta* 1981;114:53.
12. Shan Xiao-quan, Luan Shen, Ni Zhe-ming. Determination of aluminium in human blood and serum by graphite furnace atomic absorption spectrometry using potassium dichromate matrix modification. *J Anal At Spectrosc* 1988;3:99.
13. Smeyers-Verbeke J, Verbeelen D, Massart LD. The determination of aluminum in biological fluids by means of graphite furnace atomic absorption spectrometry. *Clin Chim Acta* 1980;108:67.
14. Alderman RF, Gitelman JH. Improved electrothermal determination of aluminum in serum by atomic absorption spectroscopy. *Clin Chem* 1980;26:258.
15. Gitelman JH, Alderman RF. Electrothermal atomic absorption spectrometric determination of aluminum: Elimination of serum matrix effects. *Clin Chem* 1989;35:1517.
16. Gardiner EP, Stoeppler M, Nürnberg WH. Optimisation of the analytical conditions for the determination of aluminium in human blood, plasma or serum by graphite furnace atomic absorption spectrometry. Part 1. Examination of the various analytical conditions. *Analyst* 1985;110:611.
17. Gorsky EJ, Dietz AA. Determination of aluminium in biological samples, by atomic absorption spectrophotometry with a graphite furnace. *Clin Chem* 1978;24:1485.
18. Fuchs C, Brasche M, Paschen K, Nordbeck H, Quellborst E. Aluminium-bestimmung im Serum mit flammenloser Atomabsorption. *Clin Chim Acta* 1974;52:71.
19. Gitelman JH, Alderman RF. Electrothermal determination of aluminum in biological samples by atomic absorption spectroscopy. *Kidney International* 1986;29(18):28.
20. Brueggemeyer WT, Fricke LF. Comparison of furnace atomization behavior of aluminum from standard and thorium-treated L'vov platforms. *Anal Chem* 1986;58:1143.
21. Andersen RJ. Letter to the Editor. *Spectrochim Acta Part B* 1987;42:929.
22. Slavin W. Letter to the Editor. *Spectrochim Acta Part B* 1987;42:933.
23. Parkinson SI, Ward KM, Kerr ND. A method for the routine determination of aluminium in serum and water by flameless atomic absorption spectrometry. *Clin Chim Acta* 1982;125:125-35.

Summary

DETERMINATION OF ALUMINIUM IN SERUM BY ELECTROTHERMAL ATOMIC ABSORPTION SPECTROPHOTOMETRY

A simple and sensitive method for the determination of aluminium in human serum by electrothermal atomic absorption spectrophotometry has been developed. In view of contradictory data in literature all relevant analytical conditions have been tested. The method involves simple dilution with a 0.05% solution of Triton X-100 and atomization on the wall of a pyrolytically coated graphite tube. The sensitivity of the method is about 1 µg/L and precision <11%. The method of standard addition is recommended for calibration, but the use of a calibration curve based on serum with a low content of aluminium is also possible.

Military Medical Academy, Belgrade, Yugoslavia

Key terms: atomic absorption spectrophotometer, electrothermal atomizer, haemodialysis, serodiagnosis, aluminium toxicity, toxicology.