

NAŠA ISKUSTVA U ODREĐIVANJU ETILNOG ALKOHOLA U BIOLOŠKOM MATERIJALU PO WIDMARKOVOJ METODI

V. ZELENKO

Zavod za sudsku medicinu Medicinskog fakulteta, Ljubljana

(Prilježeno 22. IX 1967)

Prikazane su pojedine faze serijske analize na alkohol u biološkom materijalu po Widmarkovom postupku s tehničkim detaljima usvojenim na Sudsko-medicinskom institutu u Ljubljani. Navedeni su izvori grešaka te upute za njihovo smanjenje.

Između mnogih načina za određivanje alkohola u biološkom materijalu za sudsko-medicinske svrhe Widmarkova metoda je, pored encimatske ADH metode (1, 2), najčešće upotrebljavana metoda u većini evropskih zemalja. Malo je analitičkih metoda o kojima se toliko diskutiralo kao o Widmarkovoj metodi.

Prema poznatom Bonnskom pokusu iz godine 1954 (3), kad su na prijedlog suda poslali u 7 zapadnonjemačkih sudsko-medicinskih instituta na analizu 5 različitih uzoraka krvi, te dobili znatne razlike u rezultatima, ugled te metode bio je jako poljuljan. Budući da su svi rezultati analize na nekim institutima bili proporcionalno previsoki ili preniski, bilo je očito da razlike nisu dolazile zbog površnog rada nego zbog sistematskih pogrešaka, koje je trebalo naći i otkloniti.

Na tom problemu su radili mnogi sudsko-medicinski stručnjaci, a naročito Nijemci i Skandinavci. Pored prividne jednostavnosti i tehničke dotjeranosti, postupak je vrlo delikatan, te i uz savjestan rad može da krije niz sistematskih pogrešaka, koje utječu na sve rezultate jedne serije.

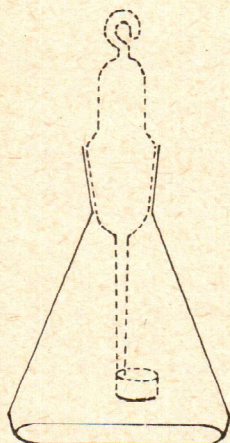
Opis Widmarkove metode (4)

Aparatura

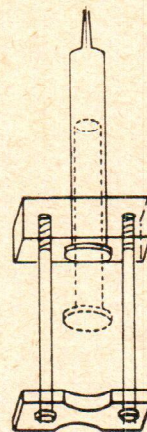
a) Widmarkova bočica (sl. 1): Erlenmayerova bočica od 50 ml, zatvorena brušenim čepom. Čep ima vertikalni produžetak sa staklenom zdjelicom. Gumeni naprstak ovija se preko čepa i bočice.

b) Kapilara za oduzimanje i prijenos krvi: kapilara je teška do 0,3 g i ima volumen od 0,1 do 0,15 ml. Unutrašnja stijenka je presvučena slojem kalijevog oksalata i kalijevog fluorida. Taj sloj dobije se tako, da se kapilara namoči u otopinu od 50 g destilirane vode, 50 g metanola, 0,1 g kalijevog oksalata i 0,5 g kalijevog fluorida i zatim osuši na temperaturi od 90° C. Nakon toga se kapilara začepi gumenim kopicama.

c) Štrcaljka od 2 ml s metalnim drškom, pričvršćenim na cijev štrcaljke vijkom kojim se može regulirati volumen 1 ml reagensa u štrcaljki. Može se upotrebljavati i pipeta od 1 ml, ako se upotrijebi uvijek isto vrijeme za pipetiranje i ako je volumen reagensa u bočici iz koje se reagens uzima uvijek jednak.



Sl. 1. Widmarkova bočica



Sl. 2. Štrcaljka za odmjeravanje oksidacionog reagensa

Reagencije

a) Bikromat sumporna kiselina: Otopi se 0,25 g kalijevog bikromata u 1 ml vode, te razrijedi na 100 ml s koncentriranom sumpornom kiselinom i dobro promiješa. Za koncentraciju alkohola u krvi ispod 2% može se upotrijebiti 0,1 g bikromata.

b) Kalijev jodid: 5% vodena otopina.

c) Tiosulfatna otopina (0,01 ili 0,005 N). Stabilizirana je s dodatkom 0,1 g merkuri cijanida na 1 l otopine. Pripremljena je razređivanjem 0,1 N otopine natrijevog tiosulfata, koja je standardizirana s kalijevim bikromatom ili kojom drugom metodom.

d) 1%-škrobna otopina.

Postupak

U Widmarkovu bočicu stavi se tačno 1 ml bikromat sumporne kiseline. Iz kapilare se izduva krv u staklenu posudicu Widmarkovog čepa i bočica odmah zatvori. Iz razlike težine pune i prazne kapilare izračuna se težina krvi za analizu. Stavi se kapljica vode između čepa i vrata Widmarkove bočice i omota vrat bočice gumenim naprstkom. Bočica se zagrijava na vodenoj kupelji kod temperature 50–60 °C oko 2 sata.

Nakon 2 sata se odstrani gumeni naprstak i izvadi čep. Doda se 25 ml vode, 0,5 ml rastopine kalijevog jodida, promiješa i pričekta 1 minutu. Titrira se izlučeni jod s rastvorom tiosulfata. Kao indikator doda se 0,5 ml škrobne otopine.

Računanje rezultata

1 ml 0,01 N tiosulfata je ekvivalentno 0,113 mg etilnog alkohola.

Metoda se u osnovi u toku godinâ nije mijenjala. Većina laboratorija uvela je neka tehnička pojednostavljenja i navest ćemo ona koja su primijenili na našem institutu. Bile su načinjene i brojne modifikacije određivanja preostalog ili reduciranog bikromata, ali se takve modifikacije obično izvode samo u zavodima gdje rade autori modifikacija.

Čišćenje bočica

Kalijev bikromat u koncentriranoj sumpornoj kiselini, koji spada među najjača oksidaciona sredstva i koji upotrebljavamo kao reagens za oksidaciju alkohola, djeluje na većinu organskih materija. Kod drugih bikromatskih metoda, npr. po *Niclouxu* (5), to nije tako važno, jer za ispitivanje uzimamo više grama biološkog materijala. Kod *Widmarkove* metode uzimamo samo oko 0,1 g biološkog materijala za pojedinačnu probu. Rezultat izražavamo obično u g ‰ na 2 decimale, te nam pri tako malim težinama probe druga decimala predstavlja približno milijunti dio grama alkohola. Budući da kalijev bikromat djeluje pri povišenoj temperaturi na razmjerno veliku površinu bočice, svakako je potrebno da je bočica potpuno čista, jer svaka mrlja nečistoće može da utječe na rezultat.

Zbog toga je čišćenje bočica izvanredno važno, jer nečistoća može najviše da doprinese pogreškama rezultata. Već je *Widmark* napisao da bočica mora prije svake analize biti očišćena krom-sumpornom kiselinom. Kasnije se tog uputstva nisu svuda pridržavali. *Borgmann* (6) je dao upute da treba bočice nakon upotrebe isprati u mlazu vodovodne vode, zatim isprati destiliranom vodom i osušiti kod 120° C. Samo nove posudice i one koje nisu u stalnoj upotrebi treba po tom uputstvu čistiti u krom-sumpornoj kiselini. *Schmidt* i *Manz* (7) su predložili temeljitije pranje, i to otopinom bikromata u koncentriranoj sumpornoj kiselini, koju treba ostaviti preko noći u bočicama, nakon toga dobro ih isprati i osušiti kod 70 do 80° C.

Mi smo više godina prali bočice prema *Borgmannovim* uputama. Samo jedamput mjesečno smo ih temeljito oprali krom-sumpornom kiselinom.

Posljednju godinu dana čistimo bočice po *Schmidt-Manzovim* uputama. Iako to zahtijeva više posla, ipak je potrebno, jer dobivamo manje razlike u rezultatima paralelnih proba. Tako smo vidjeli da se kod pranja Widmarkovih bočica vodom kod 60° C za 2 sata oksidacioni reagens reducira u ekvivalentnoj vrijednosti od 0,04 do 0,1 n/100 natrijevog tiosulfata, a kod pranja krom-sumpornom kiselinom u ekvivalentnoj količini od 0,03 do 0,04 ml n/100 tiosulfata. Vrijednosti za slijepe probe zavise nešto malo i od kvalitete destilirane vode i sumporne kiseline, a i od nestabilnosti reagensa, koji se na svjetlu polako raspada.

Odmjeravanje oksidacionog reagensa u Widmarkove bočice

Odmjeravanje oksidacionog reagensa u *Widmarkove* bočice treba vršiti s najvećom mogućom tačnošću. Odmjeravanje pipetom daje uz najveću moguću pažnju slabe rezultate, što je ustanovio već *Widmark*. Obično se upotrebljavaju staklene štrcaljke, sa staklenim batom, koji ima fiksirani hod, tako da uvijek odmjeravamo jednaku količinu reagensa. Načinjene su bile i posebne aparature za tu svrhu, kao npr. aparatura po *Vidicu* (8). Mi već više godina upotrebljavamo »Ideal«-štrcaljke od 1 ml (dakako bez igle). Vrh smo korundovim prahom istanjili i štrcaljku tako priredili da je fiksirana za istjecanje tačno 1 ml tekućine. Držak je od pleksiglasa i dviju bakrenih šipki (sl. 2). Standardno odstupanje pojedinačnog mjerenja odgovara kod naše štrcaljke 0,0122 ml n/100 natrijevog tiosulfata, što je samo malo više nego kod spomenutog *Vidicevog* uređaja. Da se dostigne ta tačnost, mora biti kod uzimanja reagensa izlaz štrcaljke umočen do stalno iste dubine reagensa i uz to štrcaljka prislonjena uz rub posudice reagensa, kako bi mogla oteći suvišna kap. Potrebnu manuelnu spretnost može laborant steći brzo, te mu odmjeravanje reagensa u bočice ubrzo ne oduzima suviše vremena.

Prije više godina smo odmjeravali oksidacioni reagens u bočicu po *Smithu* (9) tako, da smo najprije odpipetirali u bočicu vodenu rastopinu bikromata te je u termostatu posušili i na to dodali koncentriranu sumpornu kiselinu. Vodene otopine se tačnije pipetiraju nego koncentrirana sumporna kiselina, zato su rezultati dobri. Ipak taj način produžuje analizu cijele serije za 1 i 1/2 do 2 sata. Osim toga se u toku sušenja taloži u bočici prašina iz zraka, što smanjuje oksidacionu sposobnost reagensa. Upotreba bikromata odmjerenog u sumpornoj kiselinu manje je osjetljiva na nečistoću iz zraka u laboratoriju, ako se pazi da bočice nisu nikad bez potrebe otvorene. Mjesto gdje se određuje alkohol po *Widmarkovom* postupku ipak ne bi smjelo da bude u blizini drugih laboratorijskih prostorija, gdje se isparavaju organska otapala ili druge kemikalije.

Odmjeravanje reagensa u bočice ne smije se izložiti direktnom sunčanom svjetlu, jer ono šteti reagensu.

S obzirom na to što koncentracija bikromata u sumpornoj kiselinu utječe na proces oksidacije alkohola, važno je u koliko ml sumporne kiseline rastvaramo bikromat. *Widmark* propisuje 0,25 g bikromata u

100 ml sumporne kiseline. Od tog se reagensa za svaki uzorak upotrebljava po 1 ml. Po završenoj oksidaciji reagens se razrijedi sa 25 ml vode. Pri upotrebi 1 ml oksidacionog reagensa završna tačka pri titraciji s rastopinom natrijevog tiosulfata i škroba kao indikatora nije uvijek jasna i momentana, te jako zavisi od kvalitete škrobne otopine. Prije svake serije analiza treba se uvjeriti da li je škrobna otopina, koja mora biti zaštićena od svjetlosti, još za upotrebu. Zato danas ponegdje upotrebljavaju veću količinu sumporne kiseline, tako da dođe u jednu bočicu ista količina bikromata, rastopljena u 2 ml sumporne kiseline (10). Ta količina kiseline razrijeđena sa 25 ml vode mnogo je manje osjetljiva na kvalitetu škrobne otopine i kod te kiselosti dobivamo uvijek jasan prijelaz boje indikatora. U našem laboratoriju upotrebljavamo reagens kako ga je preporučio *Widmark*, s tom razlikom da prije titracije razrijedimo uzorke umjesto vodom, sa 7% -nom sumpornom kiselinom. Time postignemo približno jednaku koncentraciju kiseline pri titranju kao s upotrebom 2 ml reagensa i jasan prijelaz boje indikatora.

Odmjeravanje uzorka biološkog materijala za analizu

Uzorak za analizu može se uzimati vaganjem ili pipetiranjem. Po *Widmarku* se kapilara dva puta važe, puna i prazna, a iz razlike težine izračuna se težina uzorka. Za vaganje se obično upotrebljavaju torzione vage. Torzionu vagu koju mi upotrebljavamo izradila je tvrtka A. Sauter, Ebingen, a ima podjelu na po 2 mg. Težinu uzorka izražavamo u gramima do 3 decimale, odnosno u miligramima. Na vagi je moguće očitavanje jednog mg. Odvaga uzorka od 100 mg može utjecati na konačni rezultat pogreškom nešto većom od $\pm 0,5\%$.

U našem institutu upotrebljavamo za vaganje posudice po *Weyrichu* (11), iz staniola koji nabavljamo od domaćih poduzeća. Posudice oblikujemo bušačem promjera 25 mm. Posudice variraju u težini $\pm 0,2$ mg. Nultu tačku vage imamo naravnanu na težinu posudice, tako da laborant težinu svake posudice može kontrolirati bez većeg gubitka vremena. Redovno kontrolira težinu svake pete posudice. Ponegdje u Njemačkoj važu svaku posudicu posebno, što, razumije se, dolazi u obzir pri upotrebi preciznijih vaga, na kojima se očitavaju težine uzorka na desetinku mg. *Weyrichovom* posudicom nam je omogućeno da odjednom izvažemo uzorak; time se ne zamaže čep *Widmarkove* bočice a sama se *Weyrichova* posudica nakon upotrebe baca.

Greška je pri pipetiranju uopće veća nego pri vaganju, iako ne uvažavamo samo ovisnost volumena biološkog materijala od temperature i mogućnost da dođu u pipetu mjehurići zraka. Ukoliko imamo posla s homogenom tekućinom (krvni serum, urin), taj je način brži. Ako analiziramo punu krv, s dodatkom antikoagulansa, koja nakon oduzimanja nije bila dobro izmiješana, odmjeravanje je takve krvi vaganjem svakako lakše i brže.

Destilacija i oksidacija alkohola

Odvagane uzorke biološkog materijala stavimo u posudice čepa *Widmarkove* bočice, a stakleni čep učvrstimo u bočici po *Widmarku* gumenim naprstkom. Po *Kolleru* (12) učvrstimo ih gumenim trakama, napetim na staklene rubove načinjene na bočicama i čepovima. Takvo učvršćivanje čepova se danas još malo gdje upotrebljava, pa i kap vode, koja se stavlja između brušenog čepa i brušenog grla bočice, više se ne stavlja svagdje. Učvršćivanje čepova kao i voda imali su zadaću da onemoguće izlazak alkoholnih para iz bočice. U našem laboratoriju, kao i u mnogim drugim laboratorijima to je napušteno jer se vidjelo da, ako su izbrušeni dijelovi čepa i grla bočice bez griješke, i bez tih zaštitnih mjera nema gubitka alkohola. Osim toga otčepljavanje prije titracije tako je mnogo lakše i manja je opasnost da osušeni uzorak padne u oksidacioni reagens i time sasvim pokvari analizu uzorka u toj bočici.

Destilacija i oksidacija alkohola traje dva sata u *Widmarkovoj* bočici, u sušioniku, vodenom termostatu ili na vodenoj kupelji na 60° C. U sušioniku temperatura se na različitim mjestima razlikuje i za više stupnjeva. *Krauland* (13) je konstruirao metalnu rešetku, koja takve razlike može uspješno smanjiti. Rešetka se može koristiti već i kod vaganja uzorka biološkog materijala za zaštitu reakcionog reagensa u bočicama od suvišnog svjetla.

Po završetku destilacije i redukcije bikromata treba bočice polako ohladiti u tami, što ćemo učiniti tako da isključimo dovod toplinc i vrata naprave za grijanje malo otvorimo, da bočice nisu previše izložene dnevnom svjetlu.

Nakon toga treba bikromat-sumpornu kislinu razrijediti vodom. Već je prije rečeno da mi to radimo umjesto vodom s razrijeđenom sumpornom kiselinom. Za razređivanje upotrebljavamo automatsku pipetu po *Weyrichu* (14), koju može da izradi svaka stakloduvačka radionica. S tom napravom moguće je u 2 minute razrijediti oksidacioni reagens u 15 bočica sa zadovoljavajućom tačnošću.

Jednu minutu prije titracije treba dodati rastopinu kalijevog jodida. Titrirati se ne smije prebrzo ni previše tresti bočicom u toku titriranja. Tek pred kraj titracije dodamo škrobnu otopinu, i to samo 3 kapi, budući da može pri upotrebi veće količine škrobne otopine, prema *Borgmannu* (6), doći do neželjenih reakcija. Pravo vrijeme dodavanja škrobne otopine tek blizu kraja titracije izvježban laborant može lako da uhvati, a prepoznaje ga iz svjetljenja boje joda u bočici, koje reducira tiosulfat u toku titracije. Početnik će katkada koji uzorak pretitirati.

Za jodometrijsku titraciju kalijevog bikromata upotrebljavamo na našem institutu automatske birete od 10 ml, koje je proizvela tvornica VEGA iz Ljubljane. *Borgmann* (6) zahtijeva mikrobiretu (amtlich geeicht) s podjelom na 0,02 ml. Naša bireta je podijeljena na crtice po 0,05 ml, ma da je moguće očitavati na njoj razlike do 0,01 ml. Birete

koje upotrebljavamo pregledali smo i utvrdili da su kalibrirane vrlo tačno. To navodimo zbog toga što smo ranije pri izboru bireta naišli na takve koje nisu bile tačno kalibrirane.

Za titraciju upotrebljavamo po *Widmarku* n/100 ili n/200 otopinu natrijevog tiosulfata. Sa spomenutom automatskom biretom lako jednim punjenjem titriramo s jednom ili drugom otopinom. Svakako je greška zbog titracije razređenijom otopinom manja, iako je titracija nešto sporija.

Određivanje koncentracije alkohola vrši se na indirektan način, to jest od alkohola neupotrebljene količine bikromata. Svaki rezultat je ovisan od 3 titracije, i to od vrijednosti titra tiosulfata, vrijednosti titracije slijepe probe i vrijednosti titracije samog uzorka. Titar tiosulfata ne možemo odrediti iz vrijednosti titracije tiosulfata slijepe probe, iako znamo koliko bikromata imamo u slijepoj probi, jer nam se nešto bikromata, kao što smo spomenuli, u toku analize i kod pažljivog rada reducira. Zato titar tiosulfata određujemo posebno iz vodene rastopine bikromata određene koncentracije, kojem dodamo sumpornu kiselinu prije same titracije. Budući da greška pri određivanju titra i titracija slijepe probe utječe na sve rezultate serije, određujemo te vrijednosti barem sa tri titracije. Relativna greška rezultata zbog netačnog titra ima kod svih koncentracija alkohola u uzorcima biološkog materijala iste serije istu vrijednost. Uslijed greške slijepe probe relativna greška rezultata raste s obratnom vrijednošću koncentracije alkohola u ispitivanim uzorcima. Budući da su kod nas najdelikatnije razmjerno niske koncentracije alkohola oko 0,5 g promile u krvi, treba svakako analizirati uzorke slijepe probe s naročitom pažnjom.

Zbog mogućnosti nepredviđenih sistematskih grešaka, koje utječu na sve rezultate analize jedne serije, analiziramo u svakoj seriji vodenu otopinu alkohola određene koncentracije. U Zapadnoj Njemačkoj obavezno upotrebljavaju originalne tvorničke otopine alkohola u ampulama koncentracije 0,8 do 3 g ‰ alkohola, koje izrađuje tvrtka Merck pod imenom Alkohol Standardlösungen nach Widmark. Te otopine, kojih je tačnost u granicama greške $\pm 0,5\%$, upotrebljavamo već nekoliko godina i na našem institutu.

Računanje

Po *Widmarku* razlika između potrošenog n/100 tiosulfata kod slijepe probe i uzorka srazmjerna je količini etilnog alkohola i to: razlika 1 ml n/100 tiosulfata odgovara 0,113 mg etilnog alkohola. Vrijednost alkohola u uzorku izraženu u g ‰ dobijamo iz formule:

$$\text{g } \text{‰} \text{ alkohola u uzorku} = 1,13 \frac{b - a}{g \cdot 10}$$

pri čemu je b – srednja vrijednost upotrebljenog tiosulfata slijepe probe u ml, a – upotrebljena količina tiosulfata za uzorak u ml, g – težina uzorka u gramima.

Faktor oksidacije 1,13 po *Widmarku* zovemo *Widmarkov faktor*. Taj faktor je desetak godina vrijedio kao tačan i upotrebljava se uopće u laboratoriji gdje se radi ta analiza. Taj faktor je empirijski i pokazuje da oksidacija alkohola ne ide do homogenog spoja. Zависи od oksidacionog potencijala reagensa, to jest, od koncentracije bikromata, sumporne kiseline, temperature na kojoj teče oksidacija, od količine uzorka koja svojom vodom razrjeđuje oksidacioni reagens. Na taj faktor utječe i vrijednost alkohola u pojedinom uzorku. Kod 2,5 g ‰ alkohola u uzorku pada npr. koncentracija bikromata na kraju oksidacije približno na polovinu. Na faktor utječe vjerojatno i volumen bočice, jer imamo isparljive oksidacione produkte alkohola u dvije faze – plinovitoj i tekućoj (ponekad se radi lakše titracije primjenjuju veće bočice nego što ih je *Widmark* propisao. *Kacl* i *Bina* (15) predložili su bočice volumena 118 ml sa širim brusom (NS 26). I pored svega toga smatra se da je s obzirom na količine i koncentracije alkohola i reagensa koje nastaju u *Widmarkovom* postupku, utjecaj tih činjenica malen, a *Widmarkov* se faktor prema tome može upotrijebiti za sve biološki podnošljive koncentracije alkohola.

Tačnost rezultata naših analiza

Rezultati koje navodimo obuhvaćaju 60 pojedinačnih ispitivanja sa 3 različite koncentracije alkohola, računate s oksidacionim faktorom 1,13. Uzorci su *Merckove* standardne otopine alkohola. Rezultati su sakupljeni od redovnih komparativnih otopina, koje uključujemo u svaku seriju ispitivanja.

Uzorak s oznakom 0,8 mg alkohola pro ml

Aritmetička sredina svih rezultata 0,800 g ‰
standardno odstupanje pojedinih mjerenja:

$$\sigma = 0,017 \text{ g ‰ ili } 2,1 \%$$

standardno odstupanje aritmetičkih sredina triju paralelnih uzoraka:

$$\sigma = 0,010 \text{ g ‰ ili } 1,25 \%$$

Uzorak s oznakom 1,5 mg alkohola pro ml

Aritmetička sredina svih rezultata 1,504 g ‰
standardno odstupanje pojedinog mjerenja:

$$\sigma = 0,020 \text{ g ‰ ili } 1,3 \%$$

standardno odstupanje aritmetičkih sredina triju paralelnih uzoraka:

$$\sigma = 0,012 \text{ g ‰ ili } 0,8 \%$$

Uzorak s oznakom 3,0 mg alkohola pro ml

Aritmetička sredina svih rezultata 3,013 g ‰
standardno odstupanje pojedinog mjerenja:

$$\sigma = 0,045 \text{ g ‰ ili } 1,5 ‰$$

standardno odstupanje aritmetičkih sredina triju paralelnih uzoraka:

$$\sigma = 0,023 \text{ g ‰ ili } 0,8 ‰$$

Literatura

1. *Bonnichsen, R., Theorell, H.*: Scand. J. Clin. lab. Invest. 3 (1951) 58.
2. *Bucher, T., Redetzki H.*: Klin. Wschr., 29 (1951) 615.
3. *Elbel, H., Schleyer F.*: Blutalkohol, Thieme Verlag, Stuttgart, 1956, str. 131.
4. *Widmark, E.*: Die theoretischen Grundlagen und die praktische Verwendbarkeit der gericht. medizinischen Alkoholbestimmung, Urban Schwarzenberg, Berlin, 1932, cit. NR Harger: Toxicology: Mechanisms and Analytical Methods. Steward Stollman. 1961, Vol. II, str. 126.
5. *Nicloux, M.*: Compt. rend. soc. biol., 60 (1906) 1034.
6. *Borgmann, W.*: Blutalkohol bei Verkehrsstraftaten, Kirschbaum Verlag, Bielefeld, 1955.
7. *Schmidt, O., Manz R.*: Dtsch. Z. gericht. Med., 47 (1958) 309.
8. *Vidic, E.*: Dtsch. Z. gericht. Med., 48 (1959) 588.
9. *Smith, L.*: Swensk. kämisk. Tidskr., 43 (1932) 272.
10. *Prokop, O.*: Lehrbuch der gericht. Medizin, VEB Verlag-Berlin, 1960, str. 143.
11. *Weyrich, G.*: Dtsch. Z. gericht. Med. 28 (1937) 355.
12. *Koller*: Dtsch. Z. gericht. Med., 26 (1936) 234.
13. *Krauland, W.*: Blutalkohol, 2 (1963) 37.
14. *Weyrich, G.*: Dtsch. Z. gericht. Med. 30, (1938) 1.
15. *Kacl, K., Bina K.*: Soudni lek., 3 (1958) 150.

Zusammenfassung

UNSERE ERFAHRUNGEN BEI DER BESTIMMUNG DES AETHYLALKOHOLS IM BIOLOGISCHEN MATERIAL NACH DER METHODE VON WIDMARK

Es wird die Methode der serienmässigen Aethylalkoholbestimmung im biologischem Material nach Widmark in allen ihren Phasen dargestellt. Dabei wird auf eigene Erfahrungen in der technischen Ausführung, die bei der Arbeit im Institut für gerichtliche Medizin in Ljubljana gesammelt wurden, besonders hingewiesen. Die Fehlerquellen der Analysen werden angeführt und die Arbeitsweise mit verringerten Fehlermöglichkeiten besprochen.

Institut für gerichtliche Medizin
der Universität in Ljubljana

Eingegangen am 22. September 1967