



Drunkometer: strumento per misure tossicologico–forensi dell'alcool nell'aria espirata

GIULIANO DALL'OLIO

1. Summary

Drunkometer: an apparatus for the determinations of breath alcohol in forensic toxicology.

In the United States the considerable increase of car traffic in the twenties caused also the increment of serious vehicular accidents, many of which were connected to drunkenness. Therefore the problem of driving under the influence of alcohol arises. The considerable damages consequent on drunkenness induced to pass laws to verify physical and mental powers of drivers.

The determination of alcohol in the expired air, that readily identify a person who has recently drunk, can be a successful answer for forensic medicine.

The idea of developing a practical apparatus for breath alcohol analysis came from Rolla N. Harger, professor of biochemistry and toxicology at Indiana University. The expired breath was collected in a football bladder. Harger's work, published in 1938, was the developing base of *Drunkometer*, an instrument largely used for qualitative and quantitative analysis of alcohol for readily detection of drunken drivers. Harger's *Drunkometer* was the first practical instrument for on-site examinations for road safety.

2. Riassunto

Il problema dell'assunzione di alcool e idoneità alla guida si presenta negli Stati Uniti negli anni '20 del Novecento quando il notevole incremento del traffico automobilistico porta anche un aumento degli

incidenti stradali, molti dei quali vengono correlati con l'uso di bevande alcoliche. I notevoli danni provocati dall'ebbrezza da alcool inducono a varare leggi che prevedono il controllo delle facoltà fisiche e mentali dei conducenti di veicoli a motore.

La determinazione dell'alcool nell'aria espirata, come prova dello stato di ebbrezza del conducente un veicolo, può essere una brillante soluzione per la medicina legale.

Sarà Rolla N. Harger, professore di biochimica e farmacologia alla scuola di medicina dell'Università dell'Indiana, a mettere a punto un metodo rapido per la determinazione dell'alcool nell'espriato, che può essere raccolto facilmente in un palloncino di gomma anche sulla strada. Il lavoro di Harger, pubblicato nel 1938, sarà la base per la costruzione di uno strumento denominato *Drunkometer* largamente utilizzato per il rilievo quantitativo dell'alcool per individuare rapidamente i conducenti ritenuti in stato di ebbrezza. Il *Drunkometer* di Harger è il primo di una serie di strumenti per rilievi tossicologico forensi *on-site* per la sicurezza stradale.

3. Introduzione

Il problema dell'alcool nelle sue implicazioni con il traffico automobilistico inizia negli Stati Uniti negli anni '20 del Novecento quando si assiste ad un improvviso, notevole aumento del traffico automobilistico con un conseguente incremento degli incidenti stradali, per molti dei quali viene presto ravvisata la relazione con l'uso di bevande alcoliche.

Gli ingenti danni materiali provocati inducono a varare leggi che richiedono per il conducente di veicoli a motore il pieno possesso delle facoltà fisiche e mentali durante la guida [14].

Per stabilire lo stato di ebbrezza erano già utilizzate delle valutazioni cliniche ("test di sobrietà") basate sulle osservazioni dell'aspetto dell'individuo e della sua capacità di esecuzione di semplici esercizi fisici: torpore, fiato alcoolico, pupille dilatate, naso rosso, atteggiamento euforico, [. . .] incapacità di camminare in linea retta, di toccarsi la punta del naso ad occhi chiusi, ecc.

Alcuni di questi sintomi però, secondo alcuni autori, non sempre corrispondono ad effettiva assunzione di alcool etilico e quindi ad

uno stato di ebbrezza, ma possono essere la conseguenza di numerose patologie o naturali comportamenti di certi individui o anche conseguenza di difetti congeniti o acquisiti [4,5,12].

Per contro un soggetto può essere sotto l'effetto dell'alcool ad un grado che influisce seriamente sulle sue facoltà e sul comportamento senza presentare la intera serie di sintomi dell'ubriachezza. La differenziazione fra tutte le condizioni citate e la intossicazione da alcool, nella maggior parte dei casi, deve essere fatta in tempi brevi, individuando la presenza o assenza dei diversi segni o sintomi essenziali per la diagnosi. Diventa quindi importante per un corretto e sicuro giudizio di ubriachezza, con la conseguente incriminazione per guida sotto l'effetto dell'etanolo, stabilire la effettiva presenza dell'alcool nell'organismo del soggetto al momento della contravvenzione ed ancor più conoscerne la concentrazione.

Accurate determinazioni della quantità di alcool presente nei tessuti offrono un possibile mezzo per accertare il grado di ubriachezza da etanolo. All'epoca numerosi ricercatori avevano osservato che l'alcool produce effetti direttamente proporzionali alla quantità presente nei tessuti, e altri avevano studiato la possibilità di utilizzare la concentrazione di alcool nel sangue come indice dello stato psicologico e fisiologico del paziente [4,5].

4. L'alcool e l'organismo animale. I primi studi di fisiologia e chimica fisiologica

Le prime osservazioni degli effetti dell'alcool sull'organismo animale, del suo metabolismo e i primi metodi per determinarlo nei fluidi biologici si devono al medico inglese Francis Edmund Anstie (1833-1874) che a Londra negli anni '60 dell'Ottocento analizza il fenomeno dell'alcolismo nella classe operaia e studia la farmacocinetica dell'etanolo [3]. Nel suo lavoro del 1864 [1] indica le conoscenze dell'epoca sulle vie di eliminazione dell'alcool dall'organismo: urine, bile e aria espirata. Per rilevare chimicamente l'alcool nelle urine usa la distillazione che permette di separarlo e quindi riconoscerlo per la sua infiammabilità o facendolo passare su una miscela di bicromato di potassio e acido solforico (*test fluid*) rilevando il viraggio della soluzione, metodo che egli mette a punto e che sarà noto come "reattivo di Anstie" [1]. In

un successivo interessante lavoro (1874), Anstie approfondisce gli studi definendo la quantità di alcool eliminata dall'organismo nell'aria espirata [2].

Nei primi anni del Novecento sono numerosi i lavori di fisiologia e chimica fisiologica sulla respirazione, principalmente ad opera del fisiologo britannico John Scott Haldane (1860–1936) che nel 1905, con John Gilles Priestley (1880–1941), pubblica uno studio sulla ventilazione polmonare dove arriva a importanti conclusioni, fra le quali la dimostrazione sperimentale che a pressione atmosferica costante l'aria alveolare di ogni individuo contiene una percentuale di CO₂ praticamente costante (5.5% in volume) [8, 9].

Nel 1910 il farmacologo dell'Università di Edimburgo Arthur R. Cushman (1866–1926) pubblica un ulteriore e più approfondito studio sulla esalazione dai polmoni di numerose sostanze volatili (acetone, clorofornio, alcool metilico, etile acetato ecc.) e in particolare dell'alcool etilico. Gli esperimenti condotti su gatti anestetizzati gli consentono di rilevare che

l'esalazione di sostanze volatili dai polmoni è esattamente analoga alla loro evaporazione da soluzioni in acqua e le cellule polmonari sembrano essere passive nel processo [7].

L'osservazione attesta che queste sostanze obbediscono alla legge di Henry e stabilisce quindi che la concentrazione di alcool nel sangue potrebbe essere ricavata dalla misura della concentrazione nell'aria alveolare (*breath test*).

5. Studi successivi sul *breath test* e le applicazioni alla medicina

La prima applicazione dell'analisi dell'alcool nell'espirsto a scopi medici viene proposta, negli Stati Uniti, da Emil Bogen nel 1927 in risposta alle difficoltà e responsabilità dei medici nel formulare diagnosi di ebbrezza da alcool etilico e soprattutto nell'individuare la relazione fra il grado di ebbrezza e lo stato psicofisico dell'individuo.

Emil Bogen (1896–1962), laureato in medicina nel 1923 al Cincinnati College of Medicine e autore di numerosi lavori sugli effetti del fumo e dell'alcool nell'uomo [6], nello studio del 1927 [4, 5], si propone di

verificare la correlazione fra il contenuto di etanolo in alcuni fluidi biologici (aria espirata, urine, liquido cerebrospinale, sangue) e i dati rilevati da accurati esami clinici in un centinaio di soggetti sospetti etilisti esaminati al Los Angeles General Hospital.

L'indagine prevede gli usuali "test di sobrietà" ed inoltre, al momento del ricovero, la raccolta di un campione di urina e, in una camera d'aria di un pallone da calcio, di un campione di aria espirata, nei quali viene determinato il contenuto di alcool [4, 5].

Le determinazioni chimiche sui diversi campioni biologici, correlate ed elaborate con gli altri riscontri clinici, lo portano ad alcune deduzioni. Il contenuto di alcool nell'urina viene subito messo in relazione con il grado di ebbrezza del soggetto ma — sottolinea Bogen — non può essere assunto come indicazione assoluta della concentrazione alcoolica nei tessuti del paziente per la scarsità di informazioni riguardo al periodo di tempo durante il quale il campione di urina è stato secreto.

La correlazione fra la concentrazione di etanolo nell'urina e nell'aria espirata, anche se non perfetta, mostra come il *breath test* offra una alternativa molto interessante come indice di ebbrezza.

La concentrazione di alcool nel sangue, misurata in quindici casi, rivela come esso venga distrutto con una tale rapidità da fornire un quadro delle concentrazioni troppo basso rispetto a quello delle urine, eccetto nei casi in cui le determinazioni siano effettuate subito dopo il prelievo. Una volta rimosso l'alcool che ancora si trova nella bocca o sulle labbra la concentrazione di alcool nell'aria espirata mostra una correlazione abbastanza costante con quella del sangue.

Vista la difficoltà di fare la diagnosi di ebbrezza dalle sole evidenze cliniche, Bogen conclude che l'esame dei pazienti dovrebbe in ogni caso includere anche alcune determinazioni della quantità di etanolo presente nelle urine, nell'aria espirata o liquidi corporei

come il fattore più importante per arrivare ad una corretta conclusione in merito al grado di ebbrezza del paziente [5].

Per le misure dell'etanolo, con il metodo di Anstie modificato, l'aria espirata raccolta in un pallone da calcio da 2000 mL viene fatta gorgogliare attraverso una soluzione calda di bicromato di potassio e acido solforico ad opportune concentrazioni. La variazione di colore

da giallo-rossiccio a blu-verdognolo viene misurata per confronto con una serie di soluzioni standard previamente preparate e sigillate.

Per le urine, il sangue e il liquido spinale usa lo stesso reagente attraverso il quale fluisce una corrente d'aria passata prima nel campione da esaminare [4, 5].

6. Il *breath test* in medicina legale

Con il suo lavoro clinico Bogen aveva rievocato un argomento critico e molto dibattuto negli anni precedenti in medicina legale: la corretta diagnosi di ebbrezza attraverso analisi chimiche. Il lavoro è importante anche per il fatto che getta le basi per approfondire e risolvere il problema. Nel 1926, nelle pagine dell'autorevole "The British Medical Journal", Herbert W. Southgate e Godfrey Carter della Sheffield University avevano già riportato risultati di grande validità per un più sicuro riconoscimento dello stato di ebbrezza di soggetti alla guida di veicoli a motore e osservavano che:

nel campo della medicina forense non c'è argomento sul quale l'evidenza medica è più insoddisfacente di quello pertinente l'ebbrezza [18]

e questo, a loro avviso, a causa della deficienza dei "test di sobrietà". L'analisi dei dati sperimentali ottenuti nei due anni precedenti sul contenuto di alcool nel sangue e nell'urina convince gli autori che esiste una relazione fra la concentrazione di alcool nell'urina e gli effetti tossici nell'uomo. Ulteriori evidenze sperimentali portano all'idea che

la concentrazione di etanolo nel sangue è la migliore indicazione per diagnosticare lo stato di ebbrezza.

Ci sono chiare difficoltà all'uso del metodo diretto per ottenere la concentrazione nel sangue, legate anche al prelievo dei campioni, difficoltà superabili poiché

le evidenze sopra viste mostrano che il metodo indiretto di ricavare la concentrazione di etanolo nel sangue dalla sua concentrazione nell'urina presenta una buona relazione» [18].

Concludono sottolineando ancora che la migliore valutazione dell'ebbrezza è la concentrazione di alcool nel sangue «al momento dell'arresto», che la concentrazione di alcool nelle urine è proporzionale a quella del sangue solo a certe condizioni e che comunque ha mostrato un rapporto abbastanza costante che permette di dedurre la concentrazione in quest'ultimo da quella dell'urina. È quindi possibile, secondo questi autori, ottenere con buona approssimazione la concentrazione di etanolo nel sangue di un soggetto, da misure indirette, al momento dell'arresto e di conseguenza del grado di ebbrezza e dare quindi un giudizio di idoneità alla guida di una vettura [18].

Successivamente al lavoro di Bogen altri autori, fra i quali il medico svedese Erik Matteo Prochet Widmark (1889–1945), molto noto per i suoi studi di farmacocinetica dell'alcool etilico, pubblicano ricerche sulla diagnosi di ebbrezza con pareri contrastanti sul valore della stima dell'alcool nell'aria espirata e nelle urine [15–17,19].

7. Rolla Neil Harger: la realizzazione del *Drunkometer*

A questo punto, le discordanti opinioni degli studiosi sulla corretta procedura e sulla più idonea matrice biologica da scegliere nelle analisi chimiche per individuare con certezza lo stato di ubriachezza da etanolo, soprattutto per quanto riguarda i risvolti medico legali di idoneità alla guida, sembrano condurre ad un momento di stallo nella ricerca in questo campo.

Una brillante soluzione al problema viene presentata nel 1938 da Rolla Neil Harger (1890–1983), tossicologo e biochimico americano dell'Università dell'Indiana (USA), in un lavoro sul “The Journal of the American Medical Association” dove vengono riportati gli studi per arrivare ad un test chimico applicati in un apparecchio portatile e di facile uso, denominato *Drunkometer*, che permette di risalire alla concentrazione di etanolo nel sangue attraverso la misura dell'alcool in un campione di aria espirata raccolto facilmente in un palloncino di gomma anche sulla strada. Il metodo rappresenta un notevole passo avanti per la tossicologia forense in quanto consente di individuare rapidamente i conducenti ritenuti in stato di ebbrezza. Il *Drunkometer* è il primo di una serie di strumenti per rilievi tossicologico forensi *on site* per la sicurezza stradale [11]. Harger e i suoi collaboratori fotografano

la situazione a quel momento dei procedimenti, dei metodi e delle difficoltà per rilevare lo stato di ebbrezza per motivi medico legali. Passano in rapida rassegna tutti i lavori pubblicati sull'argomento e riportano i risultati di un loro precedente studio del 1937 che pone con sicurezza alcuni punti basilari sulla fisiologia della respirazione e sulla distribuzione dell'alcool nell'organismo [10].

Viene evidenziato come i test chimici per ebbrezza disponibili da più di 20 anni e utilizzati ufficialmente per analisi dell'etanolo su sangue e urina in alcuni Stati europei (Svezia, Svizzera, Germania), siano stati ostacolati negli Stati Uniti da difficoltà sia legali, legate alla possibilità di costringere una persona a dare un campione di sangue o di urina, sia pratiche. Dal lato pratico infatti c'è frequentemente un lungo ritardo prima che un campione di sangue o di urina possa essere ottenuto e durante questo intervallo le condizioni del soggetto possono cambiare. Per il prelievo di sangue si deve aspettare l'arrivo di un medico o di un tecnico appositamente addestrato.

«Per le urine siamo in accordo con Southgate e Carter che il soggetto intossicato spesso non sarà in grado di produrre un campione quando richiesto di farlo» [10].

Infine, nessuno dei test esistenti può essere eseguito sul luogo dell'incidente o nella maggior parte delle stazioni di polizia, questo implica che un cittadino può essere trattenuto per ore o anche giorni prima che la relazione dell'analista sia disponibile.

La procedura descritta in questo lavoro è stata sviluppata con l'obiettivo di eliminare o minimizzare queste difficoltà [10].

Vengono esaminati i materiali biologici più adatti per individuare la concentrazione di alcool nel cervello di un individuo e quindi quali possono essere le sue condizioni fisiche e mentali.

Gli esperimenti, effettuati nel loro laboratorio nel 1937 [10], mostrano che l'assorbimento dell'alcool nel tratto gastrointestinale è rapido ed è poi velocemente trasportato a tutte le parti del corpo, dove è accumulato in proporzione al contenuto di acqua di ciascuna materia corporea. L'intero organismo raggiunge in questo modo una condizione di equilibrio rispetto all'alcool ed è quindi possibile valutarne la distribuzione in tutto l'organismo dalla concentrazione in

una qualunque sua parte. Il cervello, il sangue e il fegato raggiungono l'equilibrio quasi immediatamente. La stretta correlazione fra i livelli di alcool nel sangue e nel cervello mostra che la concentrazione di alcool nel cervello potrebbe sempre essere rigorosamente prevista da quella nel sangue. Viene ricordato che nel 1910 Cushny [7] evidenziava che la distribuzione di sostanze volatili fra l'aria alveolare e il sangue obbediva alla legge di Henry e quindi che la concentrazione di alcool nel sangue può essere valutata da quella nell'aria alveolare. Harger sottolinea l'importanza di alcuni precedenti lavori: di Emil Bogen del 1927 [4,5], del farmacologo svedese Göran Liljestrand (1886–1968) e del collega Paul Linde che nel 1930 confermano la relazione costante fra la quantità di alcool nel sangue e nell'aria alveolare e trovano che 2000 cc. di aria alveolare contengono la stessa quantità di alcool di 1 cc. di sangue [13] e di altri ancora.

È quindi evidente che la concentrazione di etanolo nel cervello può essere predetta da quella nel sangue, urine, fluido spinale, saliva ed espirato. L'uso dell'aria espirata ci ha interessati poiché può essere ottenuta con minore difficoltà rispetto alle altre matrici biologiche menzionate [11].

Per la messa a punto del metodo e dell'apparecchio per la misura dell'alcool nell'aria espirata, Harger e collaboratori utilizzano i risultati dei loro lavori del 1937 e 1938 [10,11] e di quelli citati di Fitzgerald e Haldane (1905) [8], Cushny (1910) [7], Liljestrand e Linde (1930) [13].

Harger ribadisce:

I nostri risultati degli esperimenti sull'uomo concordano bene con quelli di Liljestrand e Linde e noi abbiamo adottato il rapporto 1:2000 per il sangue e l'aria alveolare [11].

Quindi, una volta raggiunto l'equilibrio nell'organismo, dalla concentrazione di alcool nell'aria espirata si risale alla concentrazione di alcol nel sangue e quindi a quella nel cervello e di conseguenza allo stato di ebbrezza del soggetto.

Se l'aria alveolare contiene il 5,5% di CO₂ [8] il peso di CO₂ in 2 litri di tale aria a temperatura del corpo [37°C] sarà vicina a 190 mg [11].

Il peso dell'alcool in 1 cc di sangue sarà pertanto uguale alla quantità di alcool nell'aria espirata legata a 190 mg di CO₂ [11].

Su queste basi Harger progetta e costruisce il *Drunkometer*.

Il reagente dell'alcool per l'aria espirata consiste di H_2SO_4 contenente una piccola e nota quantità di soluzione di KMnO_4 [11].

L'apparecchio (Fig. 1) consiste in un tubo di vetro B con all'interno un tubicino di vetro della stessa lunghezza collegato ad un tubo di gomma A che termina in un bulbo forato. Nel tubo B può essere introdotta dall'alto la soluzione reagente (10 mL) che, dopo l'uso, viene eliminata attraverso il rubinetto situato sul fondo. La parte alta di B è collegata ad una valvola D, per proteggere dagli spruzzi le altre parti dello strumento, unita a sua volta ad un tubo G riempito di sostanze disidratanti in serie ad un altro contenente ascarite (NaOH) per assorbire la CO_2 . Le valvole a tre vie E ed F possono eliminare dal percorso del gas proveniente da B i tubi G e H. La valvola F è collegata ad una peretta di gomma che serve da pompa aspirante.

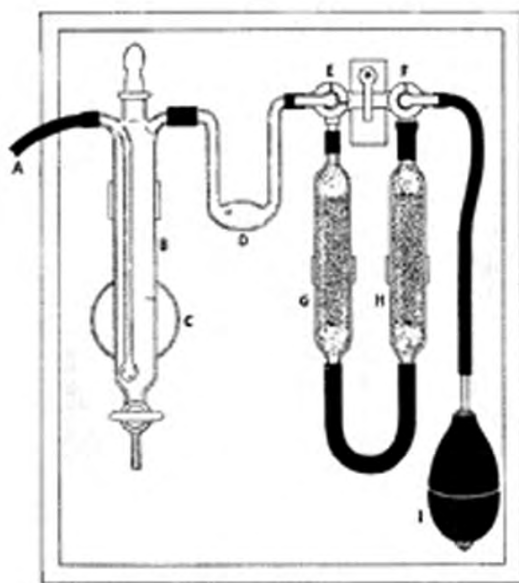


Figura 1

I campioni di aria espirata vengono raccolti in palloni di gomma e il volume viene determinato misurandone il diametro con cerchi di metallo di opportuno diametro (156 mm = 2000 mL, 124 mm = 1000 mL, 98.5 mm = 500 mL). Harger propone una prova rapida di

accertamento per discriminare i campioni negativi dai positivi e per questi ultimi una determinazione quantitativa.

Per la prima analisi i tubi G e H sono esclusi dal percorso dei gas. Il pallone viene collegato al *Drunkometer* tramite il tubo A e l'aria espirata fatta fluire attraverso il reattivo.

Il contenuto approssimativo di alcool nel campione in esame viene valutato dalla quantità di aria che fa virare il reattivo da violaceo a giallo bruno-chiaro.

Harger riferisce anche che

la percezione del netto cambiamento di colore del reagente esercita, sui soggetti sotto analisi, un notevole effetto psicologico e ci ha frequentemente consentito sincere dichiarazioni da soggetti alcolisti che dapprima avevano negato di bere [11].

Per la determinazione quantitativa si deve anche includere l'osservazione sperimentale di Harger che 1 cc di KMnO_4 N/20 è decolorato da 0.175 mg di etanolo [11]. Misurando la quantità di CO_2 raccolta nel tubo H, attraverso un calcolo, si risale al contenuto di etanolo in 1 cc di sangue, misura che permette di fare diagnosi sicura di ebbrezza ed anche di stabilirne il livello.

8. Conclusioni

La prima adozione del *Drunkometer* avverrà da parte della polizia dello stato dell'Indiana, per poi diffondersi in tutti gli Stati Uniti.

Tuttavia non sempre il dato medico legale ottenuto con l'apparecchio viene accettato senza riserve dai giudici chiamati a deliberare sullo stato di ebbrezza di soggetti coinvolti in incidenti stradali.

Numerose le sentenze, soprattutto nei primi anni, in cui i giudici americani in caso di ebbrezza rilevata solamente con il *Drunkometer* non ritenevano tale prova analitica sufficientemente attendibile e assolvevano l'imputato.

Bibliografia

- [1] ANSTIE F.E., 1864. *Stimulant and Narcotics. Their mutual relations*, MacMillan, London.
- [2] ANSTIE F.E., 1874. *Final experiments on the elimination of alcohol from the body*, "Practitioner", 12, 15–8.
- [3] BALDWIN A.D., 1877. *Anstie's alcohol limit. Francis Edmund Anstie (1833–1874)*, American, "Journal of Public Health", 67, 679–681.
- [4] BOGEN E., 1927a. *Drunkenness – A quantitative study of acute alcoholic intoxication*. "Journal of the American Medical Association", 89, 1508–1511.
- [5] ———, 1927b. *The diagnosis of drunkenness – A quantitative study of acute alcoholic intoxication*. "California and Western Medicine", 26, 778–783.
- [6] BRODSKY M.L., 1963. *In memoriam. Emil Bogen, M.D. (1896–1962)*. "American Journal of Clinical Pathology", 40, 640.
- [7] CUSHNY A.R., 1910. *On the exhalation of drugs by the lungs*. "The Journal of Physiology", 40, 17–27.
- [8] FITZGERALD M.P., HALDANE J.S., 1905. *The normal alveolar carbonic acid pressure in man*. "The Journal of Physiology", 32, 486–494.
- [9] HALDANE J.S., PRIESTLEY J.G., 1905. *The regulation of the lung-ventilation*. "The Journal of Physiology", 32, 225–266.
- [10] HARGER R.N., HULPIEU H.R., LAMB E.B., 1937. *The speed with which various parts of the body reach equilibrium in the storage of ethyl alcohol*. "The Journal of Biological Chemistry", 120, 689–704.
- [11] HARGER R.N., LAMB E.B., HULPIEU H.R., 1938. *A rapid chemical test for Intoxication employing breath; new reagent for alcohol and procedure for estimating concentration of alcohol in body from ratio to carbon dioxide in breath*. "The Journal of the American Medical Association", 110, 779–785.
- [12] JONES E.J., KANE K.K., GOLDBAUM L.R., 1970. *The laboratory and clinical diagnosis of ethanol intoxication*. In: *Laboratory diagnosis of diseases caused by toxic agents* (Sunderman F.W., Sunderman F.W. Jr. eds), A. Hilger, London.
- [13] LILJESTRAND G., LINDE P., 1930. *Ueber die Ausscheidung des alcohols mit der respirationsluft*. "Skandinavisches Archiv für Physiologie", 60, 273–278.
- [14] MASON M.F., DUBOWSKI K.M., 1974. *Alcohol, traffic and chemical testing in the United States: a résumé and some remaining problems*. "Clinical Chemistry", 20, 126–140.

- [15] SIMPSON G., 1988. *Medicolegal alcohol determination: Widmark revisited*. *Clinical Chemistry*, 34, 888–889.
- [16] SMITH S., STEWARD C.P., 1932. *Diagnosis of drunkenness from the excretion of alcohol*. “*British Medical Journal*”, 1(3706), 87–90.
- [17] SOUTHGATE H.W., 1924. *Note on the determination by distillation of volatile constituents in blood, with special reference to the estimation of alcohol*. “*Biochemical Journal*”, 17, 101–104.
- [18] SOUTHGATE H.W., CARTER G., 1926. *Excretion of alcohol in the urine as a guide to alcoholic intoxication*. “*British Medical Journal*”, 1 (3402), 462–469.
- [19] WIDMARK E.M.P., 1932. *Die theoretischen Grundlagen und die Praktische Verwendbarkeit der Geri-chtlich-Medizinischen Alkoholbestimmung*. “*Fortschritt Naturwissenschaft Forshung*”, 11, 1–140.

Giuliano Dall'Olio
Laboratorio di Chimica clinica
Ospedale S. Bortolo, Vicenza
giuliano.dallolio@yahoo.it