

PERCHE' L'ETILOMETRO A FIATO NON E' AFFIDABILE

Un'attenta lettura della bibliografia scientifica riguardante la fisiologia polmonare e la sua applicazione agli etilometri a fiato dimostra che tale strumentazione è fallace e condanna senza possibilità di difesa una grande percentuale di guidatori incolpevoli. Una legge che, malgrado le prove scientifiche inoppugnabili che sono a disposizione di tutti, continuasse ad utilizzare tale strumentazione inefficace e ingannevole, sarebbe profondamente incostituzionale.

Il presente rapporto riporta una sintesi delle ricerche e dei risultati ormai assodati svolti e pubblicati dai maggiori esperti della fisiologia polmonare e tossicologi forensi. Una bibliografia completa e i testi originali sono a disposizione di chiunque voglia analizzarli.

A seguito di questa ricerca, risulta indubbio che la valutazione delle condizioni di incapacità alla guida a causa dell'ingestione di alcol, DEBBA essere svolta con una strumentazione differente, veramente oggettiva ed affidabile.

1. La pseudo-scienza della determinazione dell'etanolo a scopi legali

Prof. Walter J. Frajola

Professore emerito

Dipartimento di Medicina, Chimica Fisiologica e Patologia

Università dello Stato dell'Ohio (USA)

(questo articolo è un estratto dal lavoro originale del Prof. Frajola, ma riporta letteralmente le sue più importanti considerazioni. Sono state escluse essenzialmente solo alcune parti relative alla storia dell'etilometro e a casi legali americani, N.d.T.)

1.1 Introduzione

Più di venti anni fa, nel 1986, E.J. Imwinkereid, professore di Legge all'Università della California di Berkely (1) in un articolo sui rapporti tra scienza e legge faceva la seguente osservazione: "Avvocati, giudici, e giurie sono alle prese con i meriti scientifici di teorie e di tecniche che possono trovare strane e confuse. Oggi, la scienza è spesso distorta e il sistema legale ne soffre".

Questo è vero ancora oggi (15 ottobre, 2007), poiché la scienza coinvolta nel perseguire i conducenti di auto, sospettati di guidare sotto l'influenza dell'alcol (DUI), è gravemente distorta. Questa mia "review" vuole identificare alcune delle più colpevoli alterazioni scientifiche e le maggiori difficoltà legali connesse all'odierno approccio al problema dei guidatori ubriachi. Negli Stati Uniti, l'arrivo dell'automobile alla fine dell'era proibizionistica aumentò talmente gli incidenti mortali che un serio controllo dei guidatori in stato d'ebbrezza divenne necessario. Mason e Dubowsky (2) hanno presentato una sintesi molto interessante degli eventi che hanno portato il governo federale a intervenire e decidere che qualsiasi soggetto avente una concentrazione alcolica nel sangue (BAC) sufficientemente alta, fosse considerato colpevole di guida sotto l'influenza dell'alcol.

La determinazione della BAC si basa sulla misura della concentrazione di un elemento chimico, l'alcol (dove come alcol s'intende più esattamente parlare di etanolo), nel sangue del guidatore al momento in cui viene sospettato di essere intossicato. Prima di entrare nei problemi analitici è necessario riconoscere le difficoltà che nascono dall'aleatoria definizione di due fondamentali termini: sangue e intossicazione da alcol. La legge non definisce cosa sia esattamente il sangue. Il sangue, però, può essere arterioso (quello che proviene dai condotti, o arterie, che partono dal cuore e raggiungono tutte le parti del corpo) o venoso (quello dei condotti, o vene, che portano il sangue al cuore provenendo da ogni parte del corpo) o capillare (quello dei più piccoli canali, o vasi, che connettono i condotti venosi e arteriosi). La concentrazione di alcol misurata nello stesso istante nelle arterie o nelle vene o nei capillari può variare in modo significativo.

Il sangue arterioso ha una concentrazione più alta dato che esso non è ancora stato distribuito attraverso il corpo. Il prelievo di campioni di sangue arterioso è però più difficile e pericoloso rispetto a quello del sangue venoso o capillare e non viene quasi mai eseguito nei controlli. Ovviamente, oltre al contenuto diverso di alcol nelle arterie, vene o capillari, si devono aggiungere le variabili pre-analitiche dovute ai differenti luoghi in cui si prelevano i campioni e le procedure stesse di prelievamento. Le procedure standard ospedaliere normalmente iniziano con il prelievo del sangue venoso. Quelle forensi per la determinazione dell'etanolo fanno lo stesso, ma il problema nasce a causa della lunga attesa che trascorre prima che il campione venga analizzato.

Per molte analisi cliniche il sangue è prelevato senza aggiungere anti-coagulanti. Una volta coagulato, è necessario quindi centrifugarlo per ottenere il siero. **I risultati dei test dovrebbero indicare esattamente che si riferiscono alla concentrazione nel siero e non nel sangue.** Per

molte scopi (glucosio, colesterolo, urea, ecc.), la differenza tra concentrazione nel sangue o nel siero è minima. Ciò non è invece vero per l'alcol. **La concentrazione di alcol nel siero può essere fino a 20% più alta di quella nel sangue.** La concentrazione nel siero (SAC) sarà sempre più alta della BAC in quanto l'alcol non penetra rapidamente nelle membrane dei globuli rossi. Poiché queste sono rimosse dalla centrifugazione del sangue coagulato, il volume (o spazio) occupato dai globuli rossi sarà riempito dal fluido che contiene l'alcol. Ne deriva una non accurata e più elevata BAC. Molti laboratori dicono apertamente di non fare differenza tra siero e sangue. Sfortunatamente, diversi direttori di laboratorio non riconoscono l'inadeguatezza di questa procedura.

La Corte della Pennsylvania (3) dovette emettere una speciale ordinanza per proibire ad un direttore di laboratorio di presentare i risultati derivanti dall'analisi della percentuale alcolica nel siero al posto di quella dell'alcol. Una chiara evidenza di questa distorsione è che molti laboratori hanno usato un fattore di conversione tra 1.09 e 1.35 per convertire il valore ottenuto dal siero in quello presunto del sangue. L'uso di questo fattore (presumibilmente derivato dalla media di una serie di test) porta a un errore post-analitico variabile, poiché il risultato analitico originale è stato convertito in un valore la cui accuratezza non è nota. La differenza tra la BAC e la SAC diventa più importante quando il problema arriva alla Corte e i giudici devono decidere quale sia il valore corretto. Frajola (4) riferisce di due esempi molto indicativi di pseudo scienza presentati ad una giuria.

Un'altra grande distorsione nella determinazione forense dall'alcol nasce allorché una **concentrazione numerica** (la misura di un elemento chimico nel sangue) è connessa agli effetti che l'elemento chimico può causare nell'individuo. Ogni persona, indipendentemente dall'età, sesso, esperienza di guida, acuta o cronica abitudine all'alcol, individualità biochimica, ecc., è valutato come guidatore inaffidabile sulla base del solo contenuto alcolico del sangue. Il fenomeno dell'adattamento cronico all'alcol fu dimostrato già nel 1919 da Mellanby (5). Egli notò che negli episodi di ingestione di alcol erano riconoscibili tre fasi: assorbimento, picco o plateau ed eliminazione. Un grafico della BAC in funzione del tempo è mostrata in Fig.1, dove si rileva che lo stesso valore della BAC capita due volte, una durante la fase di assorbimento e una in fase di eliminazione. Gli effetti dell'alcol sono ben più pericolosi nella prima fase che durante la seconda, sebbene la BAC sia la stessa.

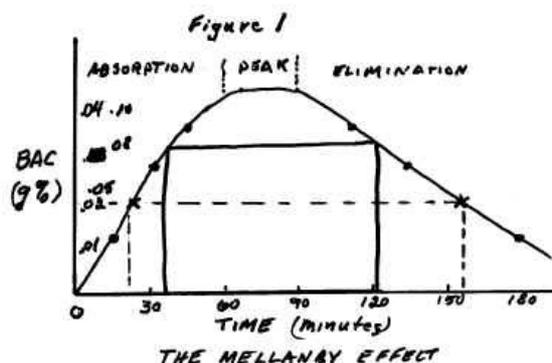


Figura 1. L'effetto Mellanby

E' importante capire bene il significato della definizione: conducente **inadatto alla guida a causa dell'alcol**. La BAC non è una misura della effettiva capacità del guidatore. E.P.M. Widmark (8), lo scienziato internazionalmente riconosciuto come uno dei massimi esperti nelle ricerche sull'alcol, descrisse molto bene i risultati dei suoi studi sulle variazioni individuali della tolleranza all'alcol.

Nel 1932 egli scrisse: "E' ben noto che persone differenti sono influenzate in modi diversi dalla stessa concentrazione alcolica. Per questa ragione è molto questionabile assumere che la BAC venga considerata una valida misura dell'intossicazione". Le tabelle che collegano gradi diversi di intossicazione (con i relativi sintomi) alla BAC, sono probabilmente corrette per ogni singola persona, ma non possono essere applicate a chiunque.

In generale, gli statuti richiedono che **il guidatore debba avere un normale controllo del suo veicolo e non esibisca segni di essere sotto l'influenza dell'alcol**. Le osservazioni delle F.d.O., relative alla guida insicura, deve includere la velocità, l'essersi fermato oppure no al semaforo rosso, l'aver dondolato lungo la linea centrale della strada, o qualsiasi altra minore infrazione delle regole dello Stato o locali. Dopo che il guidatore è stato fermato, il rappresentante delle F.d.O. eseguirà quelle che sono riconosciute come prove di sobrietà, quali il camminare lungo una linea retta, stare su una gamba sola, toccarsi il naso con un dito. Durante l'esecuzione del test il rappresentante delle F.d.O. deve osservare attentamente ogni passo falso o esecuzione lacunosa. **Il guidatore viene fermato solo sulla base di una certa percentuale di errori compiuti.** *(Solo dopo che i segni di ebbrezza siano risultati ben chiari, le F.d.O. passeranno ad analisi specifiche, N.d.T.)*

La battaglia contro la sicurezza sulla strada va combattuta in modo giusto. L'ignoranza dei seri effetti causati dall'alcol alle funzioni del guidatore portano a guidatori ubriachi e pericolosi per sé e per gli altri. L'intolleranza all'alcol comporta risultati di vario livello nell'inadeguatezza alla guida. L'indifferenza verso gli altri e i crescenti costi in termine di danaro e di vite umane causati dai guidatori ubriachi è sicuramente un grave problema. **Tuttavia, questo problema deve essere completamente rivisto in quanto la falsa scienza è stata ed è troppo spesso usata per ottenere non la giustizia, ma solo un risultato desiderato.**

Bibliografia

1. Edward J. Imwinkelreid, "Science Takes the Stand: The Growing Misuse of Expert Testimony" *The Sciences*, Nov./Dec. 1986, pp.20-25.
2. M. F. and K. M. Dubowski, "Breath-Alcohol Analysis: Uses, Methods, and Some Forensic Problems---Review and Opinion" *J. Forensic Sciences*, 21, 9-41(1976).
3. Commonwealth v. Bartolacci, 598 A 2d 287 Pennsylvania Super. (1991.)
4. Walter J. Frajola, "Blood Alcohol Testing in the Clinical Laboratory: Problems and Suggested Remedies" *Clin. Chem.* 39/3, 373-379 (1993).
5. E. Mellanby, "Alcohol: Its Absorption into and Disappearance from the Blood Under Different Conditions" *Medical Research Committee, Special Report Series. No. 31* (1919).
6. K. B. Hammond, B.H. Rumack, and D.O. Rodgerson, "Blood Alcohol--A Report of Unusually High Levels in a Living Patient" *J.A.M.A.* 226 (1), 63-64 (1973).
7. K. Dubowski, "Stages of Acute Alcoholic Influence/Intoxication".
8. Roger J. Williams, "Biochemical Individuality" John Wiley & Sons, Inc. Hoboken, N.J. (1956).
9. W. J. Frajola, E. Meyer-Arendt, and J. Waltz, "Serum Enzymes and Biochemical Individuality" *Fed. Proc.* 19, No. 1, PT. 1 (1960).

1.2 Il fattore di conversione tra alcol nel fiato e alcol nel sangue

Tra le molte aree di pseudo scienza (o meglio di scienza “spazzatura”) relative alla determinazione dell'alcol nell'ambito forense, i problemi associati alla relazione sangue/fiato sono numerosi e sostanziali. Nel 1974 Mason e Dubowski (1) presentarono un eccellente “review” sui problemi dei test chimici relativi all'alcol. Molti di questi sono ancora esistenti al giorno d'oggi.

Uno dei maggiori problemi, sollevato già nel 1974, era legato alle difficoltà enormi che sorgevano nel cercare di rispondere alla richiesta legale che pretendeva la **determinazione della concentrazione di alcol nel sangue di un guidatore**. Infatti, utilizzando altri campioni (*più facilmente ottenibili, N.d.T.*) che non fossero sangue, i risultati analitici dovevano per forza essere convertiti in concentrazione alcolica nel sangue (BAC). Scegliendo il fiato come campione analitico (BrAC), per ottenere la BAC era necessario capire come le due misurazioni fossero tra loro in relazione. Harger (2) decise di risolvere il problema applicando la legge di Henry.

Essa è una ben nota legge esistente tra soluti e solventi. Quando viene applicata all'alcol e a soluzioni acquose (a temperatura costante e dopo aver raggiunto l'equilibrio tra la pressione di vapore che entra ed esce dall'acqua), la legge di Henry indica che il rapporto tra la concentrazione di alcol nell'acqua e quella nell'aria al di sopra dell'acqua (il cosiddetto “fattore di conversione”) è una costante (*il sistema deve però essere chiuso. La legge non si applica se vi sono alterazioni derivanti dall'ambiente circostante, N.d.T.*). Gli esperimenti di Harger, eseguiti con alcol e acqua a una temperatura di 34°C, trovarono un rapporto pari a 2100/1 (*ossia, per una parte di alcol presente nel vapore ve ne sono 2100 nel liquido, N.d.T.*). L'applicazione della legge di Henry all'alcol disciolto nel sangue (che prendeva il ruolo dell'acqua) venne facilmente accettata, basandosi sul fatto, allora assodato, che il sangue presente nei capillari degli alveoli polmonari permettesse all'alcol, se presente nel sangue, di transitare nell'aria degli stessi alveoli.

Un prima grossa incertezza sul valore ricavato per la BAC, accettando questa ipotesi, risiede sul fatto che una misura sperimentale viene moltiplicata per un **numero che è senza dubbio legato al soggetto fisico di cui si dovrebbe in realtà analizzare il sangue**. Harger et al (3,4) fecero numerosi studi per stimare i rapporti dell'alcol tra aria e acqua, urina e sangue. Questi indicarono una grande variabilità dei risultati. Sebbene la determinazione sperimentale **diretta** dell'effettivo rapporto alveolare BAC/BrAC non è possibile, numerosi studi mostrano le significanti variazioni e discordanze legate al fattore di conversione dell'aria del “polmone profondo”, ossia del campione ottenuto dopo la usuale procedura durante la quale l'ufficiale ordina al guidatore di soffiare (a lungo e con forza) (*come vedremo questa ipotesi è essa stessa errata, N.d.T.*). Frajola (5) riportò 10 serie sperimentali eseguite dal 1941 al 1974, in cui trovò che i singoli fattori di conversione andavano da un minimo di 1004/1 fino a un massimo di 7289/1, mentre le rispettive medie erano comprese tra 1307/1 e 3478/1. Mason e Dubowski (6) effettuarono studi di correlazione tra questi risultati, dove quelli ottenuti utilizzando il valore prefissato di 2100/1 furono confrontati con i veri test effettuati sul sangue. **I loro risultati mostrarono che solo il 38% dei casi ottenuti con l'etilometro a fiato restavano all'interno di un +/- 15% rispetto al valore effettivo**. Jones (7), nel 1976, riportò che il fattore di conversione non solo variava da individuo a individuo, ma anche nello stesso individuo da momento a momento. In particolare, esso rimaneva al di sotto del valore di 2100/1 durante la fase di assorbimento dell'alcol e lo superava durante la fase di eliminazione.

Quando Harte (8) introdusse nel 1971 l'etilometro che misurava l'alcol nel fiato attraverso la spettroscopia infrarossa, impose il valore di 2100/1 e dichiarò che la conversione della BrAC alla BAC era basata sul **principio stabilito** che l'alcol obbediva alla legge di Henry. Tuttavia, un'attenta analisi del cosiddetto “principio stabilito”, rivela che molte delle condizioni necessarie all'applicazione della legge di Henry non sono assolutamente rispettate.

Oltre a quelle già descritte precedentemente un'altra incertezza deriva dalla costanza della temperatura richiesta dalla legge di Henry. Come già indicato, il valore di 2100/1 fu determinato da un esperimento eseguito con alcol e acqua ad una temperatura costante di 34°C. Ma **l'alcol differisce molto dall'acqua**. La temperatura del sangue negli alveoli varia secondo Mason e Dubowski (6) da 35.8°C a 37.2°C. Questo intervallo può ancora dilatarsi a seguito di ipertermia o ipotermia dovuta a febbre, infezioni, esercizio fisico, uso di medicine, ecc.

Un'ulteriore incertezza nasce dalla presunzione che il soggetto a cui è stato esaminato il fiato sia in fase di post-assorbimento dell'alcol. Sebbene siano richiesti almeno 15 minuti di intervallo tra il fermo del soggetto indagato e il test, al fine di permettere l'eliminazione completa dei residui di alcol nella bocca, la vera fase dell'assorbimento rimane molto incerta (*come anche l'effettivo smaltimento di qualsiasi traccia alcolica residua, N.d.T.*). Un diagramma della concentrazione di alcol in funzione del tempo mostra un rapido innalzamento della BAC (fase di assorbimento), un picco o leggero "plateau", seguito, infine, dalla fase di eliminazione (che porterà molto lentamente allo zero). Dato che l'alcol nel fiato dovrebbe provenire dall'alcol presente nelle arterie polmonari che viene trasmesso agli alveoli, si presume che esso sia rappresentativo della percentuale esistente nel sangue arterioso. Quando però il test si esegue direttamente sul sangue, quest'ultimo è giocoforza quello venoso. Vi è una grande differenza tra la BAC arteriosa e quella venosa durante la fase di assorbimento (6). Solo quando l'alcol è stato completamente assorbito e distribuito nel corpo, la BrAC e la BAC "potrebbero" essere equivalenti. Il fermato, a cui fosse analizzato il suo sangue venoso poco dopo l'ultima ingestione di alcol, avrebbe un valore della BAC più basso di quello derivante dalla BrAC.

Tuttavia, L'incertezza più grande e più importante deriva dalle recenti nuove conoscenze della fisiologia polmonare e delle sue applicazioni al test del fiato, ottenute attraverso gli studi di Michael Hlastala (9). **Le sue fondamentali ricerche mostrano che il processo di scambio dell'alcol non avviene solo negli alveoli, ma anzi continua ed è preponderante durante il passaggio nelle vie aeree. Da cui la conseguente enorme variabilità della BrAC.** Prima di approfondire questi studi, è interessante, però, tornare ai concetti degli anni '70.

Nel 1972 venne formato un comitato "ad hoc" per discutere sul fattore di conversione. Composto da dodici esperti, aveva Borkenstein (10) come presidente e si riunì nella Scuola di Legge dell'Università dell'Indiana per fare il punto dei problemi legati ai test del fiato e agli strumenti utilizzati. Essi conclusero che le informazioni a loro disposizione indicavano che 2,1 litri di aria alveolare espirata contenessero la stessa quantità di alcol di un millilitro di sangue (2100/1).

Quattro dei dodici membri del comitato avevano però un interesse speciale nell'accettare un fattore di conversione unificato per tutti gli strumenti. Harger, Borkenstein, Forrster e Goldberg erano tutti associati direttamente a un ben definito strumento per il test. Dubowski, anch'egli membro, più tardi (6) ritrattò parzialmente e scrisse che, sebbene i laboratori riportassero valori che andavano quantomeno da 1900/1 a 2400/1, il valore di 2001/1 era stato riconfermato, essenzialmente attraverso una vera imposizione non scientificamente convalidata. Mason e Dumbowski (4), nel loro riepilogo dei test sull'alcol, scrissero: "Vari fattori causano le discrepanze verificate confrontando le analisi quasi simultanee effettuate sul sangue venoso e sul fiato dello stesso soggetto. Dato che le cause di queste discrepanze non possono essere adeguatamente controllate durante l'applicazione pratica della legge (*il test eseguito sulla strada, N.d.T.*), noi suggeriamo che gli strumenti atti a calcolare la BAC attraverso la misurazione della BrAC siano abbandonati. Noi raccomandiamo che qualora si voglia continuare ad eseguire l'analisi del fiato, per ragioni legali applicative, l'interpretazione del risultato si riferisca solo al valore della quantità di alcol per unità

di volume di aria alveolare”. Questa fu la prima chiara richiesta di separare completamente la BrAC dalla BAC.

Due anni dopo, però, Mason e Dumbwoski (6) scrissero: “In una precedente comunicazione dedicata alle imprevedibili difficoltà incontrate nella conversione della concentrazione alcolica del test sul fiato in concentrazione di alcol nel sangue, una nostra conclusione diceva che nella pratica legale quando si usa un test del fiato per l’alcol, la quantità rivelata non può essere usata per calcolare la simultanea concentrazione nel sangue senza eseguire assunzioni la cui validità è molto incerta. Discussioni informali con altri scienziati di lunga esperienza degli aspetti forensi, amministrativi e tecnici del test a fiato non hanno portato a ulteriori discrepanze”.

Come conseguenza di questa dichiarazione “ambigua”, la maggior parte degli Stati cambiarono le loro regole e considerarono un crimine il guidare con certe concentrazioni di alcol nel fiato (*avevano praticamente nascosto la polvere sotto il tappeto. Dato che il fattore di conversione poneva troppi problemi, avevano pensato di considerare direttamente come illegale la quantità di alcol nel fiato, che di per sé non inficia la capacità di guida. E dimenticarono completamente tutte le condizioni che potevano alterare proprio questa determinazione, N.d.T.*). Questa decisione è una perfetta dimostrazione di come il sistema legale sottometta la scienza. Dov’erano finite le incertezze legate al fiato? I nuovi strumenti misuravano la temperatura corporea? Avevano in qualche modo trovato la strada per stabilire la reale fase di assorbimento? Vi era qualche dispositivo che determinasse il fattore di conversione degli individui sottoposti al test (*dato che implicitamente la BAC era il vero parametro decisionale anche se non compariva ufficialmente, N.d.T.*)? O si continuava implicitamente ad usare il vecchio valore di 2100/1? No. Molto semplicemente essi ritrattarono le loro precedenti conclusioni e giudicarono i vantaggi derivanti da una incorretta ma semplice applicazione del test più che sufficienti a nascondere i veri problemi scientifici.

Prima di chiudere questa trattazione sul fattore di conversione, è fondamentale richiamare il lavoro di Hlastala (*). Egli ha pubblicato importantissimi risultati sulla fisiologia polmonare durante gli ultimi 30 anni. La sua “review” invitata (9) sul test del fiato, richiestagli nel 1998 dal Journal of Applied Physiology, riassume i suoi studi come segue: “L’eliminazione dell’alcol dai polmoni avviene per diffusione dalla circolazione bronchiale attraverso le mucose delle vie aeree. L’aria che raggiunge gli alveoli è in equilibrio, perciò nessuna percentuale di alcol può essere assorbita o rilasciata attraverso di loro. Durante l’inalazione, l’alcol presente nel fiato viene assorbito dalle mucose ed è parzialmente rimpiazzato dall’alcol proveniente dalla circolazione bronchiale. Nella fase di esalazione, parte dell’alcol viene rilasciato nuovamente dalla superficie delle vie aeree. Se ne conclude che tutto l’alcol esalato dalla bocca proviene dalla superficie delle vie aeree, senza alcun contributo da parte della circolazione polmonare negli alveoli. Il fatto che l’alcol provenga dalle vie aeree spiega perfettamente perché la BrAC sia fortemente alterata dalla tipologia del soffio e dà ragione della grande variabilità riscontrata nei risultati dei test sul fiato”.

E’ giunto finalmente il momento di abbandonare le teorie formulate dal 1930 al 1980, dimostratesi ormai obsolete ed errate. Si cominci veramente a svolgere nuove e dettagliate ricerche sui test del fiato per aumentare effettivamente la loro accuratezza.

Bibliografia

1. M. F. Mason and K.M. Dubowski, "Alcohol, Traffic, and Chemical Testing in the United States: A Resume and Some Remaining Problems" Clin. Chem. 20/2, 126-140 (1974).
2. R. N. Harger, "Alcohol/Water Partition Ratio" Science News, 73, 1892, (1931).

3. R. N. Harger, E. B. Lamb, and R. R. Hulpieu, "A Rapid Chemical Test for Intoxication Employing breath" J.A.M.A. 110, 779-785, (1938).
4. R. N. Harger, E. B. Raney, E. G. Bridwell, and M.F. Kitchel, "The Partition Ratio of Alcohol between Air and Water, Urine and Blood; Estimation and Identification of Alcohol in these Liquids from Analysis of Air Equilibrated with Them" J. Biol. Chem. 183, 197-213 (1950).
5. W. J. Frajola, "Defending Drinking Drivers" p. 43 Coral Press, Columbus, OH (1980).
6. M. F. Mason and K. M. Dubowski, "Breath-Alcohol Analysis: Uses, Methods, and Some Remaining Problems" J. Forensic Science, 21, 9-41 (1976).
7. A. W. Jones, "Variability of the Blood:Breath Ratio in vivo" J. Studies Alcohol, 39,1931-1939 (1978).
8. R. A. Harte, "An Instrument for the Determination of Ethanol in Breath in Law-Enforcement Practice" J. of Forensic Sciences, 16 (4), 493-510 (1971).
9. M. P. Hlastala, "The Alcohol Breath Test: A Review" J. of Appl. Physiol. 84, 401-408 (1998).
10. R. F. Borkestein et al "Proceedings of the ad hoc Committee on Alcohol Blood/Breath Ratio" Indiana Univ. Law School, Indianapolis, IN, January 1972.

1.3 L'effetto "campanile"

Nel periodo dal 1930 al 1970, gli scienziati interessati nel metabolismo dell'alcol misurarono le concentrazioni BAC e BrAC a vari intervalli di tempo dopo la consumazione dell'alcol. La presentazione grafica di questi risultati, riportando le concentrazioni in funzione del tempo, mostrarono chiaramente le varie fasi, quali l'assorbimento, il picco o plateau e l'eliminazione. E' però importante notare che gli intervalli di tempo delle varie fasi possono variare da pochi minuti (5-10) fino a molti minuti (20-30). Normalmente si considera che le varie fasi possano essere descritte da aumenti o discese lineari.

Il commento "ironico" che segue è stato estratto da un articolo apparso su *Science* (1), una delle più autorevoli riviste scientifiche mondiali: "Un' accurata statistica applicata ai *bikini* mostra che ciò che si riesce a vedere è molto interessante, ma ciò che viene nascosto è veramente fondamentale". Nelle misurazioni relative all'alcol ciò che si "nasconde" sono le variazioni delle concentrazioni alcoliche durante gli intervalli temporali in cui l'andamento è invece considerato lineare. Si verifica spesso quello che viene chiamato "steeple effect" (*effetto campanile*, *N.d.T.*). Esso consiste in rapide fluttuazioni, picchi improvvisi, zig-zag irregolari, sia nell'andamento della BAC che della BrAC.

Il termine "campanile" deriva proprio dal fatto che **ciò che viene considerato normalmente una linea, congiungente due punti, è invece rappresentata da una serie continua di picchi e valli**, come una serie di continui campanili. Questo fu dimostrato per la prima volta da Leithoff (2) che nel 1964 modificò un analizzatore in modo da ottenere una lettura continua dell'alcol nel sangue. Quando un concetto nuovo viene presentato alla comunità scientifica, i colleghi chiedono: "Quali sono le prove? Vi sono dati contrari? La comunità scientifica ha accettato la nuova visione?". In questo caso, molti scienziati hanno confermato e convalidato i risultati di Leithoff sulle fluttuazioni a breve intervallo della concentrazione alcolica sia nel sangue che nel fiato. La lista include: Ditt e Forest, 1964 (4), Shumate et al., 1967 (5), Terfloth e Wuermuling, 1967 (6), Naefe, 1971 (7),

Schmutte, 1972 (8), Wehner, 1972 (9), Teige et al., 1974 (10), Santamaria, 1979 (11), Dubowski, 1985 (12), Jensen e Burr, 1992 (13) e Jones et al., 1990 (14).

Oltre a quelli citati, almeno altri due scienziati hanno riportato variazioni rapide nell'andamento della BAC. Widmark (15) in un commento relativo al fattore di conversione scrive: "In lavori precedenti, è stata data troppa enfasi alla fase di assorbimento della curva dell'alcol. Le irregolarità dovute ai cambiamenti "random" che si verificano nella fase di assorbimento e nel tempo di inizio della fase di equilibrio della diffusione, donano un quadro poco chiaro della distribuzione e della conversione dell'alcol nell'organismo". Loomis (16) in uno studio dell'andamento di declino della BrAC mostra curve che coprono intervalli di 10 minuti, in cui sono chiarissimi molteplici salti verso l'alto e verso il basso.

Ulteriori studi hanno dimostrato che durante la fase decrescente della concentrazione dell'etanolo le fluttuazioni sono più rare di quelle che appaiono durante la fase di assorbimento (*quella che si deve utilizzare nei test dell'etilometro, N.d.T.*). Infine, l'accettazione del fenomeno dell'effetto "campanile" da parte della comunità scientifica internazionale è dimostrata dal fatto che essa è stato descritto in almeno due libri di testo sugli aspetti medico-legali delle analisi dell'alcol: James G. Garriott (17) in entrambe le edizioni del 1996 e del 2003 del suo testo sugli aspetti medico-legali dell'alcol e Cooper et al. (18) nel loro libro del 1979 dedicato alle droghe e alla sicurezza stradale.

Una volta accettate queste fluttuazioni a breve termine, la domanda è: "Come esse influenzano l'accuratezza delle analisi del sangue e del fiato?". La risposta si può trovare esaminando i grafici che mostrano le differenze nella concentrazione dell'alcol tra i picchi alti e quelli bassi. **Essi rivelano che la concentrazione può variare da 0.1 a 0.5 g/litro.** Questo risultato è inaccettabile! Anche ammettendo come valore di variazione la metà della fluttuazione (0.25 g/litro) **l'incertezza sarebbe sufficiente a rendere inattendibili i risultati dei test sia del sangue che del fiato.** Dato che solo un campione di sangue è ottenuto per la BAC, non è assolutamente possibile stabilire se il campione sia relativo ad un valore di "massimo" o di "minimo" o intermedio. Non si può nemmeno accettare il **doppio prelievo**, a volte usato. Esso non rappresenta due campioni differenti, ma soltanto una duplicazione dello stesso valore, in quanto i campioni si riferiscono alle stesse circostanze di prelievo (l'operatore ha mantenuto lo stesso laccio e lo stesso ago nella vena). Per avere veramente un doppio risultato, è necessario ripetere l'intera operazione.

Il fatto che l'effetto "campanile" sia ormai accertato è indubbio. Così come non si può negare che le incertezze che ne derivano portano a valori inaccettabili. Continuare a nascondere questi risultati largamente dimostrati è un chiaro esempio di scienza "spazzatura" e dovrebbe essere riconosciuto dalla legge e dai tribunali.

Per concludere, voglio riportare un ulteriore problema relativo agli etilometri che nasce dalle condizioni di utilizzo. Esso si riferisce alle interferenze delle radio frequenze (RFI) in quanto certe onde radio causano fluttuazioni nel galvanometro o direttamente interferiscono con le sue letture. La radio della Polizia, i telefoni cellulari, le radio AM e FM e ad altre frequenze possono alterare le misurazioni dell'etilometro. Diverse soluzioni sono state tentate per risolvere il problema delle RFI, ma ancora si riscontrano anomalie non controllabili

Bibliografia

1. Science 242 p. 1263 (1988).
2. Leithoff, H. Blutalkohol 2 p. 541 (1964).

3. Whitehead, E. New Medical Devices, Nat'l. Acad. Eng. p. 13-15 (1988).
4. Ditt, J. & Forster, B. Blutalkohol 2p.348 (1964).
5. Schumate, R. P., Crowther, R.F., & Zarafshan, J. Forensic Medicine 14 (3) p. 90 (1967).
6. Terflolth, H.P.,& Wuermeling, H.B., Technicon Symposium on Automation (1967).
7. Naeve, w., Koops, E., Audrlicky, I. , & Brinkman, B., Blutalkohol 8 pp. 451-456 (1971).
8. Schmutte, P., Naeve, w., Wilhelm, F. & Brinmkman, B., Blutalkohol 9 pp.392-399 (1972).
9. Wehner, H. D., Blutalkohol 9 pp. 81-93 (1972).
10. Teige, K. et al Blutalkohol 11 pp.29-39 (1974).
11. Santamaria, J. N. St. Vincent's Hospital, Fitzroy , Australia Dept. of Transport (1979).
12. Dubowski, K.M. J. Studies on Alcohol Suppl. 10, 98-108 (1985).
13. Jensen, R.E. & Burr, T.R. Minnesota Forensics Seminar, Orlando , FL Feb. (1992).
14. Jones, A.W., Jorfeldt, L., Hjertberg, H., & Jonsson, K.A. , J. Forensic Science Society 30 (5) pp. 273-283 (1990).
15. Widmark, E. P.M., in R. C. Baselt's translation of "Principles and Applications of Medicolegal Alcohol Determination" p.64 (1992).
16. Loomis, T. A., Quart. J. Studies Alcohol 35 pp. 458-472 (1974).
17. Garriott, J. C. "Medicolegal Aspects of Alcohol Determination in Biological Specimens" 3rd Ed. Chapter 3 R.C.Baselt & I.E. Danhof p.59 (1988).
18. Cooper, W.E., Schwar, T. & Smith, L. "Alcohol, Drugs, & Road Traffic" pp. 222-234 (1979).

Prof. Walter J. Frajola
Professore emerito
The Ohio State University
19623 N. White Rock Dr.
Sun City West, AZ 85375
623 556 4585
Email: wfrajola@aol.com

... L'alcol misurato dall'etilometro non proviene dagli alveoli polmonari che lo catturano dal sangue, ma attraverso uno scambio lungo il cavo orale. La concentrazione misurata non ha perciò nessun collegamento con la percentuale di alcol realmente presente nel sangue...

2. PERCHE' I TEST DEL FIATO NON POSSONO FUNZIONARE

(questo articolo è una versione preliminare pubblicata nel 2001 di un articolo che uscirà tra un paio di mesi. Quest'ultimo prenderà il posto di questo non appena divulgabile)

Michael P. Hlastala, Ph.D.
Division of Pulmonary and Critical Care Medicine
Box 356522
University of Washington
Seattle, WA 98195-6522
Office phone: (206) 543-3166
Home phone: (425) 742-7811
Email: hlastala@u.washington.edu or
mphlastala@home.com
Webpage: www.mphlastala.com

Col passare degli anni il test del fiato è diventato uno dei metodi più usati per la determinazione quantitativa del livello d'intossicazione d'individui sospettati di guidare sotto l'influenza dell'alcol. La concentrazione di alcol nel sangue è stata considerata il parametro più rappresentativo per avere una misura quantitativa del livello di ubriachezza. Tuttavia, i problemi concernenti l'invasività delle analisi del sangue hanno portato allo sviluppo dei test del fiato, giudicati molto meno invasivi. Il test del fiato è un test indiretto, ma è stato considerato una buona approssimazione di quanto si poteva ottenere con l'analisi del sangue, dato che si assumeva che la parte finale dell'aria espirata riflettesse accuratamente l'aria proveniente dagli alveoli polmonari, in equilibrio con il sangue. Malgrado il gran numero di sforzi fatti per dimostrare la validità del test del fiato, gli scienziati forensi e tossicologi hanno ancora una comprensione estremamente rudimentale di questi test e delle loro limitazioni.

ANATOMIA DEI POLMONI

I polmoni sono situati all'interno del torace e permettono all'aria inspirata di portarsi in prossimità del sangue in modo che i gas vitali (come l'ossigeno e l'anidride carbonica) possano scambiarsi tra essa e il sangue. I polmoni sono formati da oltre 300 milioni di piccoli sacchi d'aria chiamati alveoli. L'aria arriva agli alveoli dalla bocca o dal naso percorrendo le vie aeree. La via aerea principale è la trachea. La trachea si divide poi nei due rami bronchiali (destro e sinistro), che si dividono ancora all'interno dei lobi bronchiali. Vi sono 23 successive divisioni prima che si raggiungano gli alveoli polmonari. In realtà, qualche alveolo comincia già ad apparire alla diciassettesima divisione. Attorno a ciascun alveolo vi sono piccoli vasi sanguigni. La sottigliezza (meno di 0.001 millimetri) della membrana che separa l'aria dal sangue permette all'ossigeno e alla CO₂ di passare rapidamente dall'una all'altro e viceversa. A causa dell'enorme numero di alveoli, una superficie enorme (70 metri quadri) permette questo scambio di gas.

II FATTORE DI CONVERSIONE: IL FALSO PRINCIPIO

L'evoluzione della conoscenza scientifica dipende dal continuo sviluppo di nuove idee che diano lo spunto a nuovi esperimenti. Questo concetto è stato chiamato "rivoluzione scientifica" da Kuhn (1970), che vede la scienza come un continuo spostamento da un paradigma ad un altro (Fig. 1). Il termine "paradigma" si riferisce a un insieme di prove scientifiche universalmente riconosciute che

per un certo periodo forniscano un modello o un insieme di concetti atti a descrivere un certo fenomeno. Il paradigma rappresenta il nucleo fondamentale della conoscenza scientifica. Un paradigma viene stabilito dopo che siano state eseguite un considerevole numero di osservazioni. Esperimenti ben selezionati vengono in seguito eseguiti per poter verificare le ipotesi correlate al paradigma. Generalmente, questi esperimenti portano ad “anomalie”, ossia a risultati che non sono in accordo col paradigma originale e sono inconsistenti con le previsioni del paradigma. Il crescere delle anomalie porta gli scienziati a sviluppare un nuovo paradigma che stimoli nuove osservazioni e che produca un nuovo insieme di risultati sperimentali capaci di soddisfare le anomalie del vecchio paradigma. A questo punto il nuovo paradigma va verificato con nuovi esperimenti che forniscano dati atti a rinforzarlo. In altre parole, il nuovo paradigma deve soddisfare sia le nuove osservazioni sia quelle precedenti.

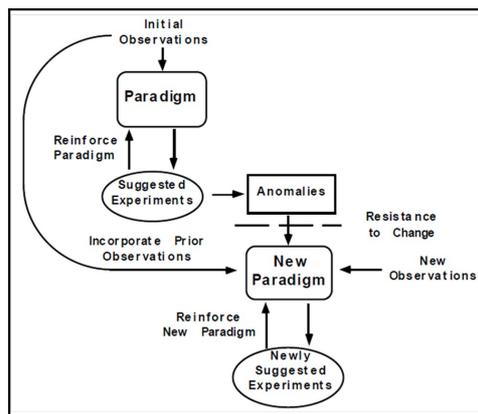


Figura 1. Il modello della rivoluzione scientifica di Kuhn.

La transizione dal vecchio al nuovo paradigma incontra sempre grandi resistenze. Ma queste sono comunque fondamentali per favorire il progresso scientifico. Alla fine, è possibile che un altro insieme di anomalie presenti nel nuovo paradigma portino ad un terzo paradigma. Questo magari succederà quando le nuove tecnologie saranno in grado di accorgersi di nuove anomalie. Famosi esempi di questo tipo di processo sono stati l’astronomia copernicana, la fisica newtoniana, la teoria ondulatoria della luce e la fisica quantistica. Lo stesso concetto si applica in vari campi e su scala diversa, non ultimo al test dell’alcol nel fiato.

Il vecchio paradigma

Lo sviluppo di un test del fiato per l’alcol incominciò nei primi anni ’50, quando il campo di ricerca sulla fisiologia polmonare era ai suoi inizi. A quel tempo si pensava che la prima aria esalata con il soffio contenesse aria proveniente soprattutto dalle vie aeree e ben poca dalla zona alveolare. Si pensava anche che proseguendo con l’espiazione si emettesse l’aria degli alveoli, **giudicata in equilibrio con il sangue capillare attorno ad essi** (Fig. 2).

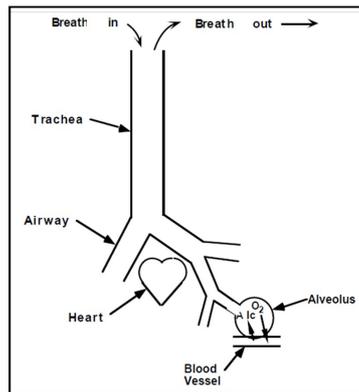


Figura 2. Il vecchio paradigma dello scambio di alcol nei polmoni.

Questi concetti furono accettati dalla comunità dei fisiologi respiratori (Fowler 1948, Rahn 1946) e provenivano da dati ottenuti con gas poco solubili, come l'azoto. Purtroppo, senza i vantaggi della strumentazione analitica dei nostri giorni, non si poteva misurare il profilo dell'alcol esalato. Si adottò allora lo stesso comportamento dell'azoto, come mostrato in Fig. 3.

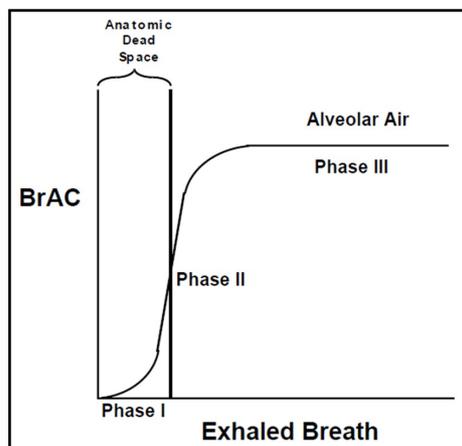


Figura 3. Il profilo della percentuale di alcol esalato nel fiato negli anni '50

La prima parte dell'aria esalata era pensata provenire dalle vie aeree e venne chiamata "spazio morto anatomico", mentre la parte finale (con una percentuale maggiore di gas) fu pensata provenire dagli alveoli polmonari. Questa parte venne descritta come un "plateau" (Fowler 1948, Rahn 1946). Assumendo questo profilo piatto dell'andamento della percentuale di alcol, si pensò che **la parte finale dell'espirazione fosse indipendente dal volume di aria esalato** dopo lo spazio morto anatomico. Si assunse anche che la concentrazione di alcol alveolare fosse perfettamente correlata alla concentrazione alcolica del sangue arterioso in virtù della relazione fisico-chimica conosciuta come **FATTORE DI CONVERSIONE** e dettata dall'applicazione della legge di Henry (Henry, 1803). L'assunzione implicita era che la concentrazione dell'alcol rimanesse inalterata durante il passaggio dell'aria alveolare attraverso le vie aeree. Alla luce delle limitate prospettive della fisiologia respiratoria degli anni '40, il test sul fiato sembrò ragionevole e gli sviluppi successivi giustificabili per essere applicati alla misurazione non invasiva della concentrazione di alcol nel sangue.

Anomalie

A partire dal 1950, molti lavori furono eseguiti per quantificare la relazione tra la concentrazione di alcol nel fiato (BrAC) e quella nel sangue (BAC). Lo scopo era definire una precisa correlazione tra le due per migliorare ancora la determinazione non invasiva della BAC. Questi studi eseguiti per convalidare sempre più i test del fiato attraverso confronti tra BrAC e BAC in soggetti normali,

mostrarono invece una sorprendente e inaspettata variabilità (Emerson, 1980, Jones, 1978, Mason 1976), che non si riuscì a spiegare (Simpson 1987a, Simpson 1987b), nemmeno con i miglioramenti della tecnologia strumentale.

la spiegazione fondamentale di questa grande variabilità risiede nella fisiologia dei polmoni e del corpo umano in generale (Hlastala 1985, Jones 1990). Il test del fiato è una operazione singola di esalazione. Il soggetto è chiamato a inalare (preferibilmente una profonda inalazione fino alla capacità totale dei polmoni) e quindi esalare dentro allo strumento per il test (preferibilmente una piena esalazione fino al volume residuo). Durante l'intera operazione, ben poche accortezze vengono prese dall'agente che la controlla (cioè, volume esalato, rapidità di esalazione, volume inalato, test preventivi di respirazione, temperatura dell'aria, ecc.).

I POLMONI: EFFETTI DELL'UMIDITA' E DELLA TEMPERATURA

I polmoni hanno una struttura anatomica semplice, ma non uniforme. Le vie aeree si strutturano come un albero notevolmente ramificato. L'aria inspirata si muove lungo canali sempre più corti, stretti e numerosi (Weibel 1963). Esse sono foderate di muco ed hanno una temperatura che varia approssimativamente dai 34°C della bocca ai 37°C delle più profonde e piccole ramificazioni. Tuttavia, questa temperatura varia molto a seconda della modalità del soffio (McFadden 1983). Le membrane che separano l'aria degli alveoli dal sangue nei capillari sono così sottili che i gas inerti (come l'alcol) si equilibrano velocemente tra aria e polmoni (Wagner 1977). Con l'esalazione, l'aria dagli alveoli è riportata alla bocca attraverso le vie aeree. Durante l'inspirazione, l'aria è riscaldata e umidificata mentre passa lungo le vie aeree superiori (McFadden 1983, Tsu 1988). Un po' d'acqua presente negli strati della mucosa, o negli strati della sotto-mucosa, vaporizza, si riscalda e viene raccolta dal gas inspirato e portata fino agli alveoli (Tsu 1988, Ingenito 1986, Saidel 1983). Durante l'esalazione il processo si inverte: l'aria completamente umidificata alla temperatura del corpo si raffredda attraverso la mucosa più fredda e il vapor d'acqua si condensa su di essa. Questo processo di scambio di acqua e temperatura è vitale perché evita che l'aria inspirata rechi danni alle delicate celle alveolari. In condizioni ambientali normali il gas esalato ha meno calore e meno vapor d'acqua di quello dell'aria alveolare. Questi processi sono analizzati usando accurate equazioni (Bird 1960).

Lo scambio di calore e di acqua che avviene nell'aria quando attraversa le vie aeree, implica un analogo scambio anche nei gas solubili (Hlastala 1992). Questa interazione dei gas solubili con la mucosa delle vie aeree è molto ben documentata (Aharonson 1974, Cander 1959, Davies 1985, Schrikker 1985). Il grado di interazione è direttamente collegato alla solubilità del gas (Aharonson 1974, Schrikker 1985). L'alta solubilità dell'alcol nell'acqua garantisce una forte interazione con il tessuto delle vie aeree. Poiché l'interazione dipende dalla temperatura e dalle caratteristiche dell'esalazione, **le variazioni nel volume e nella frequenza ha effetti sostanziali sulla concentrazione di alcol nel fiato** (Jones 1982b, Tsu 1991).

Queste variazioni sono dominate dalla differenza di temperatura tra l'aria esterna e quella alveolare (Jones 1982a). Lo scambio di gas e calore con le vie aeree è complesso e interattivo. L'importanza di questo scambio dipende dall'effettiva solubilità del gas nella mucosa. Per i gas respiratori, ossigeno e CO₂, la solubilità nei tessuti è piccola. Per acqua e alcol invece è molto grande. Durante l'inspirazione, il calore, l'acqua e l'alcol sono trasportati dalla mucosa all'aria. Lo scambio del calore raffredda la mucosa causando un aumento della solubilità dell'alcol e, perciò, una diminuzione nella pressione dell'alcol sulla mucosa e una riduzione nel flusso alcolico nella cavità delle vie aeree. Questi processi sono stati integrati in un modello matematico sviluppato da Tsu et al (1991) e rifinito da George et al (1993), dove si dimostra che durante il normale soffio l'aria inspirata è già in equilibrio con l'alcol, prelevato dalle vie aeree, prima di raggiungere la diciassettesima ramificazione (l'inizio della regione alveolare). All'arrivo negli alveoli solo una

piccolissima quantità di alcol può ancora essere raccolta poiché la solubilità dell'alcol nel sangue è più bassa che nell'acqua (Jones 1983). Con l'esalazione, l'eccesso di alcol preso dagli alveoli è velocemente depositato tra la sedicesima e la quindicesima ramificazione. Una percentuale ancora maggiore si perde poi lungo l'attraversamento delle vie aeree. **L'alcol che arriva alla bocca proviene praticamente solo dalle vie aeree e non dagli alveoli**, analogamente a quanto succede per il vapor d'acqua. Il flusso di alcol dalla superficie della mucosa nell'aria durante l'inspirazione (valori positivi) e il flusso di alcol durante l'espirazione (valori negativi) è mostrato in Fig.4.

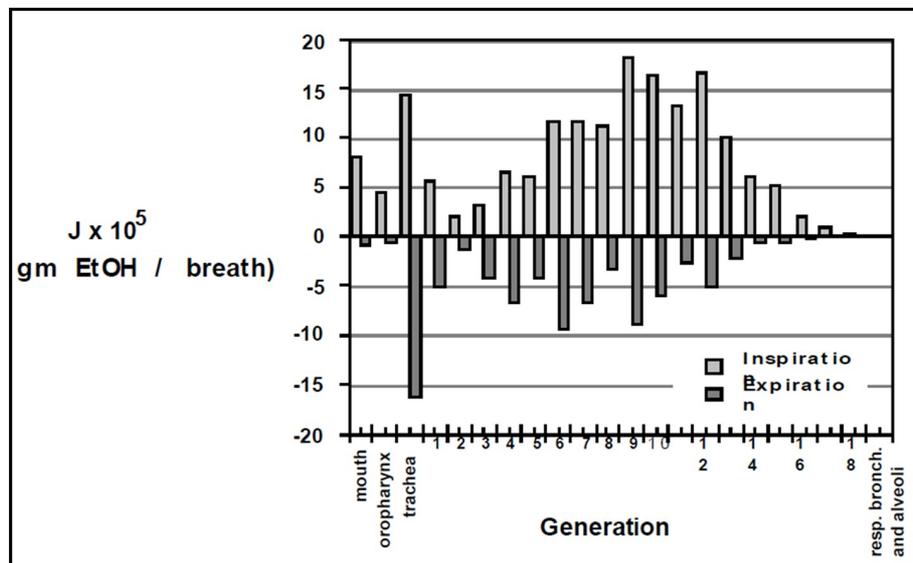


Figura 4. Lo scambio di alcol nelle vie aeree. Il flusso di alcol dalla mucosa delle vie aeree all'aria che passa attraverso queste durante l'inspirazione (flusso positivo). Il flusso dall'aria espirata alla mucosa delle vie aeree (flusso negativo).

Questa figura è stata ottenuta utilizzando il modello matematico della struttura delle vie aeree umane (George 1993). Durante l'inspirazione, l'alcol viene catturato immediatamente dalla bocca. La maggior parte di esso viene però prelevata dalla trachea e dalle ramificazioni dalla 6 alla 13. Durante l'espirazione, la deposizione dell'alcol avviene nelle stesse ramificazioni dell'andata. **La conclusione più importante è che l'alcol che esce dalla bocca attraverso il fiato proviene dalle vie aeree e non dalla regione alveolare, dove avrebbe dovuto effettuarsi lo scambio con quello presente nel sangue.**

La vecchia assunzione era che il test dell'alcol nel fiato fosse indipendente dal volume esalato (Fig. 3). Tuttavia, Jones (1982c) e altri (Ohlsson 1990, Slemeyer, 1982) hanno dimostrato che la concentrazione di alcol nel fiato dipende fortemente dal volume di aria esalato. Il test del fiato prende come campione da utilizzare la parte terminale del soffio del soggetto, **senza assolutamente controllare e misurare il volume esalato**. Perciò, l'apparente concentrazione di alcol nel fiato dipende dal volume dell'aria rilasciata nello strumento e la parte finale del fiato può avere una percentuale di alcol ben più alta del valore medio.

Ulteriori variazioni nella BrAC dipendono dal cambiamento della respirazione poco prima di rilasciare il fiato per il test. Un' iperventilazione di 20 secondi comporta una riduzione dell'11% della BrAC (Jones 1983b). Tre soffi profondi prima del test riducono la BrAC del 4% (Ohlsson 1990). 15 secondi di apnea comportano un aumento del 12% per una esalazione minima e del 6% per una massima (Olsson 1990). 30 secondi di apnea la aumentano del 16% (Jones 1982b). **Questi effetti non sono causati volontariamente ma dal raffreddamento o dal riscaldamento delle vie aeree.**

Il nuovo paradigma

Le conclusioni degli studi riportati prima dicono chiaramente che l'alcol lascia i polmoni attraverso il tessuto delle vie aeree dove è raccolto dall'inspirazione (Fig. 5). Al momento che giunge agli alveoli l'aria ha immagazzinato tutto l'alcol possibile. Per cui nessuna quantità aggiuntiva di alcol può essere raccolta negli alveoli. Durante l'esalazione, parte dell'alcol si deposita sulla superficie delle vie aeree. Tutto quello che uscirà dalla bocca proviene dalla superficie delle vie aeree tramite la circolazione bronchiale. Nessuna percentuale di alcol deriva dalla circolazione polmonare degli alveoli. **Il fatto che l'alcol provenga dalle vie aeree è la causa principale della estrema variazione della concentrazione che viene riscontrata al cambiare delle caratteristiche del soffio. Ciò contribuisce pesantemente alla grandissima variabilità dei risultati del test del fiato ottenuti su soggetti individuali.**

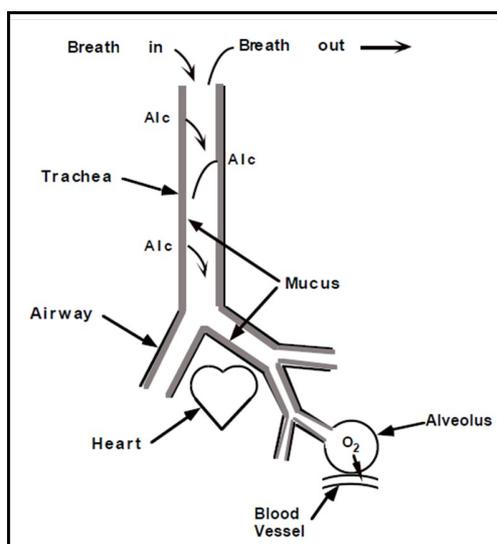


Figura 5. Il nuovo paradigma dello scambio di alcol nelle vie aeree.

IL SOFFIO FA LA DIFFERENZA

Avete mai considerato cos'è il soffio? Nei dizionari si trova normalmente scritto: "Aria raccolta nei polmoni e rilasciata all'esterno". L'aria diventa fiato quando essa raggiunge i polmoni ed è poi esalata dagli stessi. La sola aria che soddisfa questo criterio è l'aria esalata dalla bocca o dal naso. Qualsiasi aria che sta nei polmoni NON è ancora fiato. Il profilo della percentuale di alcol esalato è mostrato in Fig. 6. All'inizio dell'esalazione il fiato ha una concentrazione di alcol che può essere sia zero che diversa da zero. Come l'esalazione procede la BrAC aumenta, prima molto rapidamente, poi lentamente. Essa non cambia il suo andamento fino a che l'individuo non smetta di soffiare. Questo è quanto viene considerato nei test del fiato.

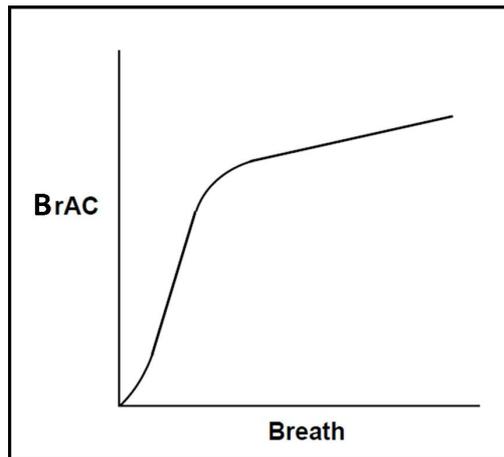


Figura 6. Il profilo della percentuale di alcol esalata col fiato.

Poiché la porzione specifica del fiato, analizzata per determinare la concentrazione dell'alcol, non è definita, noi possiamo solo ipotizzare che essa si riferisca alla media del fiato. Questa media contiene fiato iniziale con un basso valore di etanolo e parte di quello esalato più tardi con una concentrazione più alta. La media dell'alcol nel fiato è un valore che si riferisce a circa 5 secondi di esalazione (fig. 7). Se un soggetto soffia per 5 secondi e poi si ferma, la BrAC sarà vicina al valore medio dell'intero soffio. Qualsiasi soffio più prolungato di questo valore porterà un risultato più alto che il valor medio. **Per cui il valor medio sarà SEMPRE più basso del risultato fornito dall'etilometro.** Purtroppo si richiede che il soffio sia molto prolungato. Questa richiesta è profondamente sbagliata e non si dovrebbe accettare.

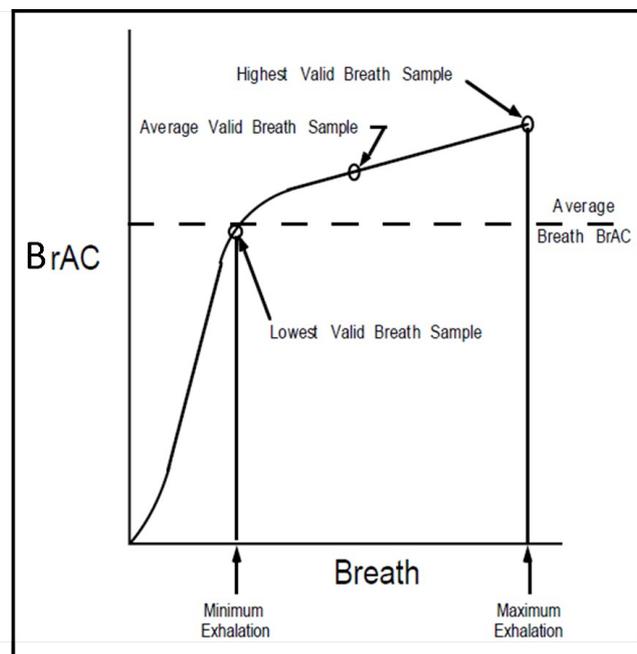


Figura 7. Una misurazione "valida" per il test del fiato.

LA NUOVA FRONTIERA: POLMONI PIU' GRANDI DANNO VALORI MINORI NEI TEST

Non è difficile credere che persone diverse abbiano caratteristiche diverse. Vi sono nette differenze nell'altezza, nel peso, nello sviluppo toracico, nel volume polmonare, nelle capacità motorie, nella forza dei muscoli respiratori. Qualcuno ha inoltre problemi respiratori (asma, bronchiti croniche,

enfisema). Il nostro volume polmonare varia considerevolmente da persona a persona. Di conseguenza ognuno differisce nell'ammontare relativo di aria che riesce a immettere nell'etilometro. **Questa variazione ha una profonda ripercussione sulla mancanza di credibilità del singolo test del fiato.**

Per essere in grado di studiare varie patologie polmonari, si sono sviluppati test di spirometria per accertare il volume polmonare e la rapidità dell'esalazione. Per valutare esattamente le condizioni di un paziente, i medici polmonari hanno fatto numerose misure su soggetti normali e le hanno utilizzate per confrontarle con quella del singolo paziente. Molti di questi test "standardizzati" sono stati raccolti e una delle serie più ampie è quella di Crapo et al.(1981). In essa sono riportati i dati di 251 persone non fumatrici, sia uomini che donne.

Tutti i moderni etilometri infrarossi richiedono un volume minimo di fiato (circa 1.5 litri nel Datamaster) e poi la misura si effettua al termine dell'esalazione. I dati di Crapo et al. (1981) mostrano che il massimo volume esalato varia da 2.48 a 6.32 litri per persone normali. Per poter arrivare al volume minimo l'individuo con un volume polmonare più basso deve esalare più a lungo. Una donna di 60 anni alta 150 cm deve esalare il 60% del suo volume massimo, mentre per un ragazzo di vent'anni di 190 cm d'altezza basta solo il 24% della sua capacità polmonare. **A parità di alcol ingerito la signora di 60 anni avrà sicuramente un valore della BrAC molto più alto di quello del giovane.**

La differenza nelle caratteristiche del soffio è illustrata nella Fig. 8. Essa mostra l'andamento della BrAC per due soggetti, uno con un volume massimo di fiato esalabile di 2.5 litri e l'altro di 6. Il test può essere ritenuto valido in qualsiasi punto il soggetto fermi il proprio soffio, fermo restando che abbia superato 1.5 litri. Il valore massimo possibile sarà comunque quello relativo alla capacità personale di entrambi (2.5 e 6 litri rispettivamente). Come si vede chiaramente il valore medio della BrAC per la persona con volume polmonare più piccolo avrà sempre un valore del test più alto di quello della persona con volume maggiore. Sarebbero uguali solo se si arrivasse al "limite vitale" (mai raggiungibile praticamente). **Le persone con minore capacità polmonare saranno sempre considerate con percentuali di alcol maggiori.**

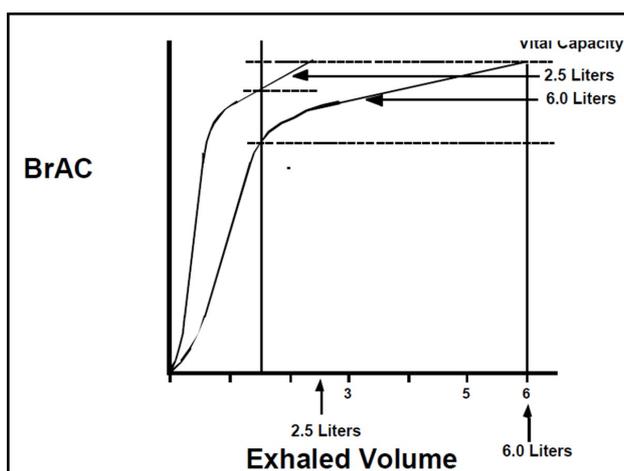


Figura 8. Due profili dell'alcol esalato per due soggetti con differenti volumi polmonari.

SOMMARIO

L'etilometro a fiato è basato su una scienza "vecchia" e obsoleta. Lo sviluppo progressivo di nuove e più moderne tecnologie mostrano che è impossibile che la concentrazione di alcol nel fiato rimanga costante durante l'esalazione attraverso la bocca dell'aria proveniente dalla regione alveolare (respiro del polmone profondo). L'alcol si scambia continuamente tra l'aria respirata e la

mucosa delle vie aeree. **Come conseguenza, la BrAC dipende da una enorme varietà di fattori** che includono: il volume polmonare, la temperatura del corpo, la temperatura del fiato, l'ematocrito del sangue e le dimensioni del corpo (i più piccoli hanno un valore più alto di BrAC).

BIBLIOGRAFIA

1. Aharonson, E., H. Menkes, G. Gurtner, D. L. Swift and D. F. Proctor. Effect of respiratory airflow rate on removal of soluble vapors by the nose. *J. Appl. Physiol.* 37: 654-657, 1974.
2. Bird, R. B., W. E. Stewart and E. N. Lightfoot. *Transport Phenomena*. 1960 John Wiley & Sons. New York.
3. Cander, L. Solubility of inert gases in human lung tissue. *J. Appl. Physiol.* 14: 538-540, 1959.
4. Crapo, R., A. Morris and R. Gardner. Reference spirometric values using techniques and equipment that meet ATS recommendations. *Am Rev Respir Dis.* 123: 659-664, 1981.
5. Davies, C. N. Absorption of gases in the respiratory tract. *Ann. Occup. Hyg.* 29: 13-25, 1985.
6. Emerson, V., R. Holleyhead, M. Isaacs, N. Fuller and D. J. Hunt. The measurement of breath alcohol. *J. Forens. Sci.* 20: 3-70, 1980.
7. Fowler, W. Lung function studies. II. The respiratory dead space. *Am. J. Physiol.* 154: 405-416, 1948.
8. George, S. C., A. L. Babb and M. P. Hlastala. Dynamics of soluble gas exchange in the airways: III. Single exhalation breathing maneuver. *J. Appl. Physiol.* 75: 2439-2449, 1993.
9. Grønlund, J., E. Swenson, J. Ohlsson and M. Hlastala. Contribution of continuing gas exchange to phase III exhaled PCO₂ and PO₂ profiles. *J. Appl. Physiol.* 16: 547-571, 1987.
10. Henry, W. Experiments on the quantity of gases absorbed by water at different temperature and under different pressures. *Phil. Trans. Roy. Soc.* 93: 29-42, 1803.
11. Hlastala, M. Physiological errors associated with alcohol breath testing. *The Champion July*: 16-19, 1985.
12. Hlastala, M. The alcohol breath test - a review. *J. Appl. Physiol.* 84: 401-408, 1998.
13. Hlastala, M. and E. Swenson. Airway gas exchange. In: *The Bronchial Circulation*. Ed.: J. Butler. Exec Ed: C Lenfant. Marcel Dekker, Inc. pp. 417-441, 1992.
14. Hlastala, M. P. A model of fluctuating alveolar gas exchange during the respiratory cycle. *Resp. Physiol.* 15: 214-232, 1972.
15. Ingenito, E. P., J. Solway, E. R. McFadden, B. M. Pichurko, E. R. Cravalho and J. M. Drazen. Finite difference analysis of respiratory heat transfer. *J. Appl. Physiol.* 61: 2252-2259, 1986.
16. Jones, A. W. Variability of the blood: breath alcohol ratio in vivo. *J. Stud. Alc.* 39: 1931-1939, 1978.
17. Jones, A. W. Effects of temperature and humidity of inhaled air on the concentration of ethanol in a man's exhaled breath. *Clin. Sci.* 63: 441-445, 1982a.
18. Jones, A. W. How breathing technique can influence the results of breath-alcohol analysis. *Med. Sci. Law.* 22: 275-280, 1982b.
19. Jones, A. W. Quantitative measurements of the alcohol concentration and the temperature of breath during a prolonged exhalation. *Acta Physiol. Scand.* 114: 407-412, 1982c.
20. Jones, A. W. Determination of liquid/air partition coefficients for dilute solutions of ethanol in water, whole blood, and plasma. *J. Anal. Toxicol.* 7: 193-197, 1983a.
21. Jones, A. W. Role of rebreathing in determination of the blood-breath ratio of expired ethanol. *J. Appl. Physiol.: Respirat. Environ. Exercise Physiol.* 55: 1237-1241, 1983b.
22. Jones, A. W. Physiological aspects of breath alcohol measurement. *Alcohol, Drugs and Driving.* 6: 1-25, 1990.
23. Kuhn, T. S. *The Structure of Scientific Revolutions*. International Encyclopedia of Unified Science. Neurath ed. The University of Chicago Press. Chicago. 1970.
24. Mason, M. and K. Dubowski. Breath-alcohol analysis: uses, methods, and some forensic problems - review and opinion. *J. Forens. Sci.* 9-41, 1976.

25. McFadden, E. R. Respiratory heat and water exchange: physiologic and clinical implications. *J. Appl. Physiol.* 54: 331-336, 1983.
26. Ohlsson, J., D. D. Ralph, M. A. Mandelkorn, A. L. Babb and M. P. Hlastala. Accurate measurement of blood alcohol concentration with isothermal rebreathing. *J. Stud. Alc.* 51: 6-13, 1990.
27. Paiva, M. and L. A. Engel. Pulmonary interdependence of gas transport. *J. Appl. Physiol.: Resp. Environ. Exercise Physiol.* 47: 296-305, 1979.
28. Rahn, H., J. Mohoney, A. B. Otis and W. O. Fenn. A method for the continuous analysis of alveolar air. *J. Aviat. Med.* 7: 173-178, 1946.
29. Ralph, D., M. Hlastala and A. Babb. Interaction of ethanol with airway mucosa during exhalation. *Prog Artific Organs.* 1119-1121, 1985.
30. Saidel, G. M., K. L. Kruse and F. P. Primiano. Model simulation of heat and water transport dynamics in an airway. *J. Biomech. Eng.* 105: 189-193, 1983.
31. Scheid, P., M. P. Hlastala and J. Piiper. Inert gas elimination from lungs with stratified inhomogeneity: theory. *Resp. Physiol.* 44: 299-309, 1981.
32. Schrikker, A. C. M., W. R. de Vries, A. Zwart and S. C. M. Luijendijk. Uptake of highly soluble gases in the epithelium of the conducting airways. *Pflugers Archiv.* 405: 389-394, 1985.
33. Simpson, G. Accuracy and precision of breath alcohol measurements for subjects in the absorptive state. *Clin. Chem.* 33: 753-756, 1987a.
34. Simpson, G. Accuracy and precision of breath-alcohol measurements for a random subject in the postabsorptive state. *Clin. Chem.* 33: 261-268, 1987b.
35. Slemeyer, A. Influences of different breathing techniques on breath alcohol concentration. *Blutalkohol.* 19: 97-101, 1982.
36. Tsu, M. E., A.L. Babb, E.M. Sugiyama and M.P. Hlastala. Dynamics of soluble gas exchange in the airways: II. Effects of breathing conditions. *Respir. Physiol.* 83: 261-276, 1991.
37. Tsu, M. E., A. L. Babb, D. D. Ralph and M. P. Hlastala. Dynamics of heat, water, and soluble gas exchange in the human airways: I. A model study. *Ann. Biomed. Eng.* 16: 547-571, 1988.
38. Wagner, P. Diffusion and chemical reaction in pulmonary gas exchange. *Physiol. Rev.* 57: 257-312, 1977.
39. Weibel, E. Morphometry of the human lung. 1963 Springer-Verlag. New York.

3. Alcol residuo nella bocca e rivelatore di pendenza (*slope detector*)

Sintesi estratta da M. Hlastala et al. (*The Champions*, 2006), R. Swope (*DWI J.: Law & Sci.*, 1995), e da altri articoli riportati nella bibliografia.

L'alcol residuo nella bocca della persona che viene sottoposta al test è una delle maggiori cause di errore. Lo strumento, infatti, presuppone l'integrità del campione di aria che viene utilizzata. In altre parole, l'etilometro assume a priori che l'aria investigata sia quella degli alveoli polmonari profondi, ossia quella maggiormente legata alla percentuale di alcol nel sangue. Essa arriva allo strumento solo se il periodo di espirazione è sufficientemente lungo per esaurire l'aria polmonare. L'operatore deve quindi controllare se il soffio della persona è forte e continuo fino alla completa liberazione dei polmoni. Inoltre, **è fondamentale che l'aria non sia contaminata da presenza di alcol nella mucosa della bocca**, dovuto ad esempio a un rutto o un rigurgito che abbia trasportato anche una minima quantità di alcol dallo stomaco.

Questa è la ragione per cui si devono aspettare almeno **15-20 minuti** prima di effettuare il test. Tale intervallo di tempo assicura che l'alcol nella bocca si dissipi completamente. Tuttavia, **l'operatore deve accertarsi che tale periodo sia effettivamente trascorso senza possibili rigurgiti o rutti**. Spesso si tende a minimizzare l'effetto dell'alcol residuo in bocca. Vediamo come questo fatto sia invece molto importante. 2100 millilitri di aria occupano un volume molto grande e non vi sono etilometri con uno spazio sufficiente a contenere questa quantità d'aria. Essi quindi lavorano su volumi più piccoli e poi moltiplicano il risultato per un certo fattore (che non è il fattore di conversione, ma solo un fattore che estrapola al volume richiesto la minore quantità di aria misurata). Per esempio, l'etilometro 900 o 900 A (modelli americani degli anni '90) ha uno spazio per l'aria pari a solo 56.5 millilitri ed è in grado di testare 52.5 millilitri di essa. Il risultato viene poi moltiplicato per 40 al fine di determinare il valore relativo a 2100, quello che ci dovrebbe fornire la concentrazione di alcol nel sangue (se il fattore di conversione fosse minore, dovremmo moltiplicare per un numero più piccolo e quindi si ridurrebbe la quantità di alcol calcolata nel sangue). **Una pur piccola contaminazione come quella dell'alcol residuo in bocca verrebbe quindi moltiplicata per 40 con effetti sicuramente disastrosi per l'indiziato.**

Una prova significativa può essere la seguente. Senza aver bevuto bevande alcoliche da molte ore, soffiate in un etilometro: troverete un risultato di 0.00 (se esso è perfettamente funzionante). Ora, ingerite una minima quantità di collutorio e sciacquatevi bene la bocca. Poi sputate accuratamente. Riprovando il test, avrete ora un valore anche molto alto di tasso alcolico. La pur minima quantità di alcol contenuto nel collutorio, anche dopo aver sputato, è, infatti, sufficiente a contaminare l'aria e la moltiplicazione per 40 porta a risultati sorprendentemente elevati, da vero "ubriaco".

Negli etilometri di nuova generazione sono stati inseriti i cosiddetti **rivelatori di pendenza (*slope detector*)**, che dovrebbero servire per appurare se nel fiato s'inseriscono residui alcolici presenti nella bocca. L'idea base è di misurare la concentrazione di alcol durante tutta l'espirazione nello strumento. La presunzione di quest'apparecchiatura è legata al fatto che ci si aspetta che un test valido aumenti gradualmente la concentrazione rivelata, a mano a mano che l'aria più vicina agli alveoli polmonari finisce nello strumento. Questa parte finale dovrebbe essere quella che contiene la maggior parte di alcol ed essere anche la più realistica (*ma si è già visto che non è vero, N.d.T.*). Se la persona avesse dei residui di alcol nella bocca, il rivelatore darebbe subito un valore molto alto, per poi scendere a mano a mano che l'aria contaminata viene espulsa. In questi casi il test deve essere annullato. Tutto bene? No. Molti esperti hanno dimostrato che il rivelatore di pendenza non funziona.

Ad esempio, Rick Swope, professore dell'Università della Florida del Nord, ha effettuato nel 1995 un esperimento su oltre cento test. Le persone partecipanti, assolutamente prive di alcol nel sangue, hanno ingerito un'oncia (28.3 grammi) di alcol, sciacquandosi poi la bocca. Dopo aver sputato, hanno atteso da 5 a 38 minuti prima di effettuare il test. Nella maggior parte dei casi lo strumento ha dato risultati "positivi", **indicando un consumo di alcol non indifferente**. Fatto ancora più importante è che in molti casi non è stata segnalata la presenza di alcol residuo nella bocca.

Anche il Prof. Hlastala ha descritto esaurientemente l'inaffidabilità dei rivelatori di pendenza. Se l'alcol residuo nella bocca è presente in piccole quantità, esso si somma al profilo alcolico proveniente dalle vie aeree. Il risultato è una concentrazione decrescente (nella bocca) e una crescente (nell'aria proveniente dai polmoni) che si mischiano producendo una pendenza praticamente costante. Lo strumento non riesce più a distinguere e fornisce un valore della percentuale di alcol nel fiato nettamente superiore a quello reale, senza poter discriminare la componente di alcol residuo nella bocca.

Bibliografia

1. Hlastala M. The alcohol breath test - A brief review. *J Appl Physiol*. 1998;84:401-408.
2. McFadden ER. Respiratory heat and water exchange: physiologic and clinical implications. *J. Appl. Physiol*. 1983;54:331-336.
3. Tsu ME, Babb AL, Ralph DD, Hlastala MP. Dynamics of heat, water, and soluble gas exchange in the human airways: I. A model study. *Ann. Biomed. Eng*. 1988;16:547-571.
4. McFadden ER, Jr. Heat and water exchange in human airways. *Am. Rev. Respir. Dis*. 1992;146(5 Pt 2):S8-S10.
5. George SC, Babb AL, Hlastala MP. Modeling the concentration of ethanol in the exhaled breath following pretest breathing maneuvers. *Annals of Bio Eng*. 1995;23:48-60.
6. Hlastala M, Swenson E. Airway gas exchange. In: *The Bronchial Circulation*. Ed.: J. Butler. Exec Ed: C Lenfant. Marcel Dekker, Inc.; 1992:pp. 417-441.
7. Anderson J, Babb A, Hlastala M. Modeling soluble gas exchange in the airways and alveoli. *Ann Biomed Eng*. 2003;31:1-21.
8. Jones AW. How breathing technique can influence the results of breath-alcohol analysis. *Med. Sci. Law*. 1982;22(4):275-280.
9. George SC, Babb AL, Hlastala MP. Dynamics of soluble gas exchange in the airways: III. Single exhalation breathing maneuver. *J. Appl. Physiol*. 1993;75(6):2439-2449.
10. Jones AW. Effects of temperature and humidity of inhaled air on the concentration of ethanol in a man's exhaled breath. *Clin. Sci*. 1982;63:441-445.
11. BAC DataMaster Supervisor Guide patBDDcBOG, page 6 (National Patent Analytical Systems, Inc., Mansfield, Ohio).
12. Evans J. The effect of mouth alcohol on the Intoxilyzer 5000. *J Alc Testing All*. 2002;4:12-16.

13. Wigmore J, Leslie G. The effect of swallowing or rinsing alcohol solution on the mouth alcohol effect and slope detection of the Intoxilyzer 5000. *J Anal Toxicol.* 2001;25:112-114.
14. Kechagias S, Jonsson K, Franzen T, Andersson L, Jones A. Reliability of breathalcohol analysis in individuals with gastroesophageal reflux. *J Forens Sci.* 1999;44:814-818.
15. Staubus A. False high breath alcohol readings due to gastric reflux. *Proc Amer Acad Forens Sci.* 1999:287-288.
16. Harding P, McMurray M, Laessig R, Simley DI, Correll P, Tsunehiro J. The effect of dentures and denture adhesive on mouth alcohol retention. *J Forens Sci.* 1992;37:999-1007.
17. Trafford D, Makin H. Breath-alcohol concentration may not always reflect the concentration of alcohol in blood. *J Anal Toxicol.* 1994;18:225-228.
18. Logan B, Distefano S, Case G. Evaluation of the effect of asthma inhalers and nasal decongestant sprays on a breath alcohol test. *J Forensic Sci.* 1998;43:197-199.
19. Jones A. Disposition and fate of ethanol in the body. In: Garriott J, ed. *Medical-Legal aspects of alcohol.* 4th ed. Tucson, AZ: Lawyers & Judges Publishing Company, Inc.; 2003:83.

4. Il processo “Stato contro Burling”

Può essere molto istruttivo il processo *Stato contro Burling*, tenutosi nel Nebraska nel 1987. La Corte Suprema dello Stato decise di dimezzare il tasso alcolico riportato dall'apparecchiatura in dotazione alle forze dell'ordine proprio a seguito della dimostrazione scientifica presentata contro il metodo erroneo di applicazione del fattore di conversione. La testimonianza base venne data dal Dott. Norman Scholes, ricercatore scientifico e professore associato di farmacologia. Egli dimostrò che il valore di 2100 non era un fattore costante e uguale per tutti. Portò a conoscenza della Corte varie ricerche che mostravano come tale valore potesse variare da una persona all'altra in un intervallo che andava da 1100 a 3400. Si riporta nel seguito la testimonianza data dal professor Scholes.

Domanda: Il valore di 2100 è ancora considerato valido da parte della comunità medica?

Risposta: Non penso che questo valore sia mai stato accettato dalla comunità medica. E' stato utilizzato solo dai tossicologi forensi in attesa di nuovi e più precisi dati.

D: I tossicologi forensi hanno adottato oggi un nuovo valore o qualcosa di diverso?

R: No, non l'hanno fatto, perché è ancora soggetto a enorme variabilità. Molti tossicologi hanno invece raccomandato di abbandonare del tutto questo fattore di conversione e qualche giurisdizione ha seguito il loro consiglio.

D: Riassumendo, I tossicologi forensi accettano ancora il valore di 2100?

R: No, non viene più accettato

D: E' accettato da qualcuno?

R: No, da nessuno che io sappia.

D: Come lei ha determinato l'accettazione o la non accettazione del suddetto valore da parte dei tossicologi forensi?

R: Leggendo la letteratura che usciva dai laboratori di ricerca tra i più conosciuti a livello nazionale e internazionale.

D: Insomma, il fattore di conversione uguale a 2100 era una volta accettato dai tossicologi forensi?

R: Sì, è così.

D: E lei dice che adesso è stato rifiutato?

R: Sì. “Rifiutato” è un buon vocabolo, ma io preferirei dire: “Abbandonato”.

D: E com'è stato rifiutato o abbandonato?

R: Perché quel fattore di conversione non è più accettabile per questo tipo di analisi.

D: Sì, ho capito. Ma come ufficialmente essi rifiutarono quel valore?

R: Bene. A parte aver pubblicato i propri risultati e le proprie opinioni, che stabiliscono l'abbandono del vecchio valore perché dimostrato essere troppo variabile, essi hanno addirittura fatto ricorso contro il Governo Federale invitandolo ad abolire quel valore del tutto inaffidabile. Ed hanno anche avuto spesso successo.

D: Come si comportano adesso?

R: Seguono alla lettera il Codice Uniforme dei Veicoli che parla d'intossicazione alcolica, specificando però chiaramente di che tipo d'intossicazione si parla. Se si misura la quantità di alcol nel fiato, il valore d'intossicazione dovrà riferirsi solo a quello. Analogamente, se si misura direttamente la quantità di alcol nel sangue. Nessuno accetta più l'estrapolazione dall'aria al sangue (*ossia il fattore di conversione, N.d.T.*).

A seguito di tale testimonianza e dei lavori scientifici presentati, la Corte Suprema del Nebraska arrivò alla seguente sentenza:

“La testimonianza presentata dal farmacologo ci impone la seguente riflessione. Se il fattore di conversione reale dell'imputato fosse stato di 3400, la macchina avrebbe sottostimato il livello di alcol nel sangue, mentre se fosse stato di 1100, la macchina lo avrebbe sovrastimato. A questo

punto dobbiamo ricordare che il risultato di un test che è soggetto a un margine di errore deve essere corretto in modo da dare alla difesa il beneficio di tale margine. Perciò noi siamo interessati soltanto a quanto la macchina può sovrastimare la quantità di alcol nel sangue dell'imputato. Uno che ha un fattore di conversione pari a 1100 ha un effettivo livello di alcol nel sangue che è solo il 52.38% della lettura prodotta dalla macchina. Perciò stabiliamo di ridurre di questa quantità il valore accertato all'imputato. Nel caso in oggetto, questa riduzione porta l'imputato ad avere un tasso alcolico inferiore al limite di violazione della legge ed egli viene quindi riconosciuto innocente".