

呼吸檢驗

譯文 蔡宗冀

呼

氣檢驗的印象對大多數的人而言，浮現在腦海中是公路旁鐵面警察的招手，有嫌疑的騎士向手持的儀器吹氣，幾秒鐘後顯示出血液中酒精的含量。這是個醉漢與逮捕的聯想，但呼氣檢驗正邁入醫學技術令人興奮的領域。對於許多的疾病，臨床醫師已開始使用這種無害無侵襲的檢驗方式來診斷。由此，呼氣檢驗對於人體基礎生化功能的了解更提供了重要而新穎的見解。使我們可以知道更多呼氣中的物質，包括一些疾病的早期所出現的特殊化學物質。

其實經由人體呼出之氣體中偵測疾病徵兆的概念，早自西元前四、五世紀希波克拉提斯（醫學之父）時代就有了。當時的臨床醫師早就察覺到，糖尿病患呼出的鼻息中，可嗅到帶點甜水果味的丙酮氣味；肝病人呼出的氣體則有臭魚味；腎衰竭病人的呼氣則帶尿騷味。呼出的氣體中會含有許多有價值的訊息，其理在於人體肺部的微血管和肺泡中的氣體只隔著一層薄薄的屏障，叫肺泡膜。許多揮發性的有機物質如酒精或糖尿病人血液中的丙酮，在血液中的濃度高時，便會滲透過肺泡膜而呼出。

II

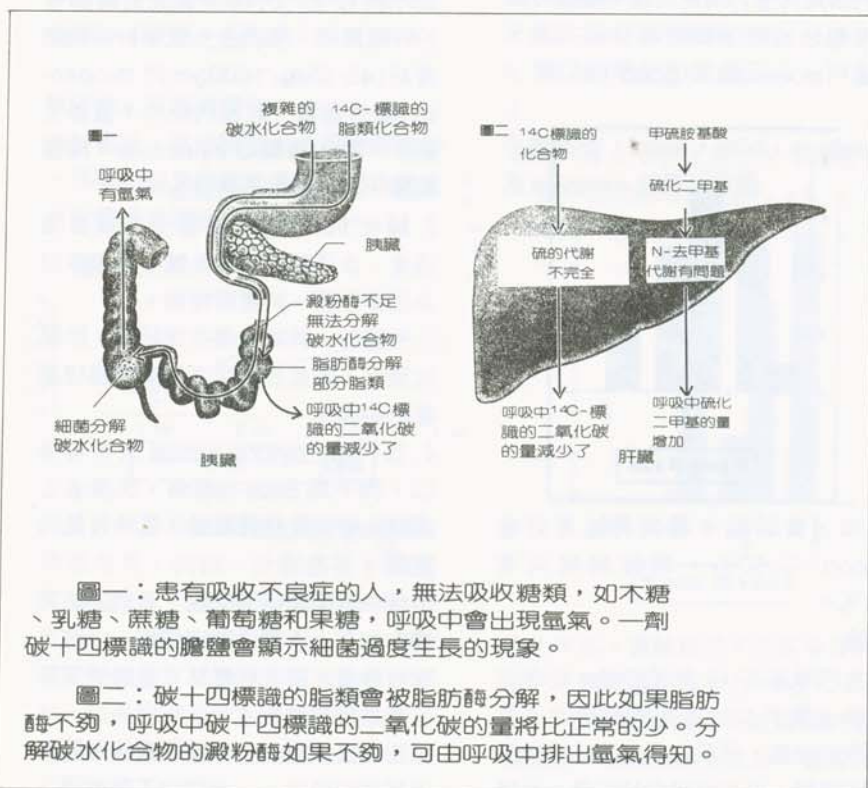
沒有客觀的化學分析，呼氣檢驗是站不住腳的。

二百多年前，人們就發現，吃入的食物和吸入的氧氣會「燃燒」產生能量和呼出二氧化碳。被喻為化學之父的雷佛依斯特設計了一套收集器，這套裝置最主要部分是一個 U 型管，管中的溶液可收集並濃縮呼出氣體中的某種成分。以自己呼出含二氧化碳的氣體通過此雷氏集器時，二氧化碳會和溶液反應而生成可見的沈澱物，因而可以測知。

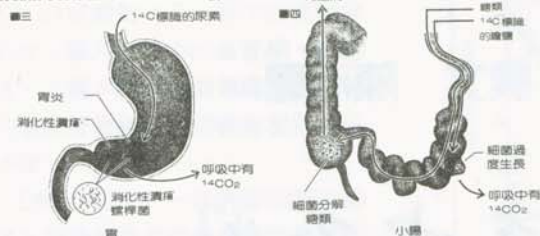
雷氏的實驗是一個開端。二氧化碳是比較容易檢測出的，畢竟它佔了呼出氣體中的 5%。但其它揮發性的有機物的濃度就相當的低了。一直到十九世紀中，才有人利用此原理而檢出糖尿病人所呼出的丙酮，並利用色層分析的技術來定量其濃度。

同期亦有人對於酒精在人體中的代謝做了深入的研究。在當時認為酒精在人體中的代謝是和一般的碳水化合物一樣，完全燃燒後產生能量的二氧化碳。而事實並不然，仍會有乙醇在血液中存在，且其量和飲入的酒精量成正比。現在所用的酒精測試器即是利用此原理，只不過更藉著電子科技的進步，使其使用更加的方便。

如上歷史性的回溯，我們不難理解呼氣檢驗其用來診斷疾病的基本原則。糖尿病病人因不能充份利用葡萄糖因而代謝脂肪產生大量的丙酮而呼出；酗酒者因喝了大量的酒而呼出相對量的乙醇。丙酮和乙醇都是揮發性的有機物質，當不正常的顯現在呼出的氣體中時，則疾病本身便昭然若揭了。



Breath Tests in Gastroenterology



圖三：消化性潰瘍與慢性胃炎可能是由於的感染。茲螺桿菌會將碳十四標識的尿分解成碳十四標示的二氧化碳，由血液吸收出現於呼吸中

圖四：令病人服用少量碳十四標識的胺基比林乙醯乙苯胺或半乳糖，可測知N-去甲基功能受損硫的代謝可由甲硫脒基酸評估，因為身體可將甲硫胺酸分解成硫化二甲基。

III

數個世紀以來，醫界漫長的努力，人類對於各種疾病之發生病程和原因，藉由生理學、生化學知識的進展，已能確實掌握；而近一世紀快速發展的儀器分析學，如光譜學、色層分析學等，則更使得呼氣檢驗應用於偵測疾病的夢想得以成真。目前在小腸、胰臟，甚至胃、肝疾病的早期診斷方面，已大有展獲：

• 吸收不良症候羣 (Malabsorption Syndrome)

由於罹患此種病症的病人其小腸無法吸收醣類，故醣類食物往往要透過腸道蠕動動作，推移到直腸部位時，才會被附近的細菌分解成氫氣逸出體外。研究人員利用此特性，可先讓受測者口服一種五碳糖，若緊接著數小時後，受測者呼出大量氫氣，即可推斷其罹患了該種病症。（見圖一）

• 纖維性水腫

由於罹患纖維性囊腫的病人，胰臟功能受損，無法分泌澱粉酵素，故若以米漿餵食罹患該病症的病童，結果發現無法被小腸澱粉酵素完全消化的米漿，全被直腸附近的細菌分解成氫氣呼出，故呼氣測試可作為在此病中胰臟功能受損的指標。

• 胰臟疾病

當胰臟功能被破壞時，往往會導致脂肪酵素分泌不足，研究人員只要讓受測者吃下經過碳十四同位素標定之低分子脂肪（三酸甘油脂）後，發

現受測者吐出的氣體中，含碳十四同位之二氧化碳量，低於正常值，就可以推斷受測者的胰臟，可能出了問題。（見圖二）

• 消化性潰瘍 慢性胃炎

由於上述兩種疾病與感染幽門螺旋菌有關，故醫師們利用幽門螺旋菌會分泌一種正常人無法分泌的酶—尿素酶的特性，讓受測者服下以碳十四同位素標定之尿素，若發現受測者呼出的氣體中，出現了被分解的尿素代謝物—含碳十四的二氧化碳後，即可研判受測者可能感染了幽門螺旋菌。而在以前，醫師必須透過由病人食道伸入胃部的內視鏡，採取黏膜檢體後，才能確認有無幽門螺旋菌感染，不僅費事，病人還得忍受反胃、噁心之苦。（見圖三）

• 肝硬化 肝炎

在以往，罹患這類疾病的病人，往往要到出現黃疸症狀時，才會警覺就醫，但這時肝細胞至少有一半已經壞死。現在，科學家們經由受測者吐出的氣體中，測定含碳十四同位素之二氧化碳的減少程度，及二甲苯硫增加量，即可及早推斷受測者肝功能已有衰退現象。（見圖四）

除了臨床診斷，它還可應用於低含量藥物偵測，例如我們常見警方運用酒精及大麻呼氣測試，找出酒醉駕車及毒癮者；另外由於現在勞工職業環境安全日受重視，經由呼氣測試，職業病醫師還可及早由工廠中抽出可能

導至勞工罹病或罹癌的環境毒物。

至此我們呼氣試驗所檢測的物質，不是所吃進的揮發性有機物質，就是某種前驅物質的代謝產物。最近研究更想找出正常人體所呼出氣體中的所有可測的揮發性物質。在二十年前曾有人做出正常人呼出的氣體中所含的化學物質就有二百多種，最近更證實有四百多種。我們希望在未來呼氣檢驗的分析，就像現在血清電泳所跑出血液中蛋白的模式般，亦能比較正常人呼氣檢驗分析的模式和某種疾病下的其分析的結果，以期更能掌握更多疾病的先機。

IV

呼氣檢驗的發展儘管一日千里，但仍面臨若干的瓶頸：包括呼氣測試機的設計，仍很難讓受測者有呼氣自如的感覺；正常人呼出的氣體中所有的化學物質即高達四百餘種，研究人員常常要借助繁雜的數據統計，才能確認某一種化合物含量的確有過高或過低現象；環境中本就存在的化學物質，也可能摻雜於人體呼出的氣體中，使研究人員難以判別，某化學物質含量過高的原因，是否即是受測者罹患疾病所致。亦即必須在集氣系統上達到相當的精確度，並把可能的誤差減至最低。而目前所用的呼氣檢驗分析儀器，體積龐大複雜，亦造成臨床應用之不便。

目前要使呼氣檢驗從研究的領域中轉為臨床應用中的主流，有兩個最為迫切的課題：一為簡化其收集、濃縮、定量分析呼氣檢體的儀器，因為目前所使用的儀器太過複雜且昂貴，不適合做為一般臨床上的廣泛應用。再則為增進儀器本身的敏感度及專一性，使其對疾病診斷的精確度提高。

相信在不久的將來，呼氣檢驗可成為無侵襲性，且能像X光片一樣的方便低廉，廣為臨床醫師普遍應用的診斷方法。

** 取自 Scientific American July 1992 pp 52-57 **