

減重就在吐納之間

在這個營養過度豐富的年代，『減肥』一直是近年來歷久不衰的話題，從最初只有女性追求時髦、流行，崇尚紙片人的模特兒身材，到近年來追求標準體重、標準腰圍、降低體脂肪的健康身材。對大多數的人來說，減重就等同於追求健康，『少吃多動』，這個人人都懂但是知易行難的不二法門，是怎麼達到減重的目標呢？

少吃多動減掉了什麼？

『少吃』意謂著降低吃進的『卡路里』，所以要對食品上的營養標示熱量『卡卡計較』，而『卡路里』是能量單位，仔細想想，能量不具質量，少吃熱量高的東西是不是等同於少得到質量？一克的油所含的熱量比兩克的糖還多，如果一人吃進兩克的糖，體重增加兩克，另一人吃進一克的油，體重增加一克，但是前者得到的熱量較低，到底誰的體重增加得比較多？

『多動』意謂著讓身體不要處在靜止的狀態，運動的時候身體發熱、汗流浹背、口乾舌燥、心跳加速、呼吸又快又深，運動後常會喝大量的水補充流掉的汗水，所以運動似乎只排出了熱，又是不具質量的能量。『多動』可以減掉重量嗎？

若從『減重』的概念想，既然是減重，必定要有具質量的物質被排出體外，所以先想想能從身體排出的物質有哪些？固體：糞便，液體：尿液、汗水，氣體：從呼吸系統排出的吐氣、從消化道排出的打嗝、放屁。

先從固體開始考慮起，糞便是無法消化的食物殘渣，再加上一些水份，但是如果吃得少，食物殘渣也跟著減少，所以糞便也會跟著減少，無法造成絕食的人體重持續下降；再考慮排尿和排汗，兩者都是水份的散失，然而人每天都需要喝至少一定量的水，否則含氮廢物無法藉由尿液排出而造成中毒，喝得多就尿得多，喝得少就尿得少，所以失去的水份都會被補回來，也無法造成體重的下降。

考慮讓人感覺微不足道的氣體，打嗝和放屁都不是會規律發生的事，如果要依靠不斷打嗝和放屁來持續減輕重量，似乎是不太可能的事，最後考慮呼氣，這的確是個可以減輕重量的方法，但是從另一個方向來看，人不僅會呼氣，也會吸氣，而且是交替循環，人無法無限度的吸氣，而吹破肚皮，當然人也無法無限度的吐氣，讓胸腔塌陷，吸多少體積的氣就吐多少體積的氣，看似什麼都沒改變，而實際上氣體組成已不

相同，人需要氧氣，吐出二氧化碳，氧氣的分子式是 O_2 ，二氧化碳的分子式是 CO_2 ，二氧化碳比氧氣多了一個碳原子，所以進出身體的氣體體積相同，但是重量不同，也許這就是能減重的原因！

吸氣和呼氣的氣體組成有何不同？

當小嬰兒呱呱墜地時，在洪量的哭聲中吸進了人生的第一口氣，將原本塌陷的肺灌入空氣，空氣經由肺進入身體，提供氧氣給身體用，也藉由肺將身體產生的二氧化碳排到體外。依照這樣的概念，可以把氣體與人的交流關係劃分成三個部份，第一個部份是體外的空間，第二個部份是呼吸道中不與肺內微血管發生氣體交換的空間，稱為 **dead space**，例如鼻腔、氣管，第三個部份是肺內氣體交換的空間，稱為肺泡 (**alveolus**)，肺泡周圍有許多微血管，微血管內的血液已經先經過體循環，所以氧含量低、二氧化碳含量高。

如圖一所示，在一般的情況下，人直接吸進空氣，吸入的氣體組成就跟空氣(**air**)一樣，但是當空氣進入體內，呼吸道是濕潤、溫暖的，呼吸道內的空氣會與體內產生的水蒸氣相混合，造成一個固定大小的水蒸氣壓 **47mmHg**，但是其餘氣體組成的體積比率與空氣相同，形成 **inspired gas**。吸入的空氣會先通過 **dead space**，空氣先與 **dead space** 的氣體相混合，因此身體內的氣體組成就與空氣不同，在肺泡內的氣體 (**alveolar gas**) 組成除了會受到水蒸氣的影響，也會受到氣體交換的影響，肺泡微血管內的二氧化碳不斷擴散到肺泡內，而肺泡內的氧氣則不斷擴散進入微血管，所以相較於空氣的氣體組成，肺泡內的二氧化碳分壓比空氣的二氧化碳分壓高不少，氧氣分壓則呈現相反的狀況。

在呼氣時，先排出的氣體是 **dead space** 內的氣體，再來才是肺泡內的氣體，因此呼氣的氣體 (**expired gas**) 組成與肺泡內的氣體組成不大相同。**dead space** 內的氣體不經過氣體交換，所以 **alveolar gas** 與 **dead space** 內的氣體混合後，氧分壓升高、二氧化碳分壓降低，另外二者都是在身體內，所以水蒸氣壓不變。

從巨觀的角度看呼吸的過程，不被身體利用或不被身體排出的氣體會等量進出身體，不會造成體重的改變，例如氮氣就是如此。

經過以上對呼吸作用的了解，人體吸入氧氣、排出二氧化碳和水蒸氣，喪失的水

份由喝水補充回來，不會對體重造成改變，要考慮對體重的影響，就要計算氧氣和二氧化碳進出所造成的質量差異是多少。

藉由呼吸可以減掉多少體重？

在一般的情況下，呼氣和吸氣的體積固定，使得肺部內的體積如潮水漲落般的規律變化，肺部體積變化的差值稱為『潮氣量(tidal volume, TV)』，一般人的潮氣量約為 0.5 公升，由理想氣體定律(ideal gas law)可以計算出潮氣量含有多少莫耳數 (mole) 的分子：

理想氣體定律：

$$PV=nRT$$

P: 氣壓，以 atm 為單位，在一般的大氣壓力下，大氣壓為 1 atm，即 760 mmHg

V: 氣體體積，以公升(L)為單位，代入潮氣量 0.5 L

n: 氣體含有分子的莫耳數

R: 理想氣體常數， $0.082 \text{ (atm}\cdot\text{L)/(mole}\cdot\text{K)}$

T: 氣體溫度，以絕對溫標(K)為單位，人體體溫 $37\text{ }^\circ\text{C}$ 約為 $310.15\text{K}(273.15+37 = 310.15 \text{ (K)})$

$$\text{得 } n=0.02 \text{ mole}$$

計算一次呼吸，氧氣進入體內的莫耳數：

由理想氣體定律可知壓力與莫耳數成正比，因此可由氧分壓計算氧的莫耳數
在 1atm 的氣壓、 $37\text{ }^\circ\text{C}$ 的溫度下，吸入氧氣的分壓為 149.3 mmHg

$$\text{吸入氧氣的莫耳數} = 0.02 \cdot \frac{149.3}{760} \text{ mole}$$

在 1atm 的氣壓、 $37\text{ }^\circ\text{C}$ 的溫度下，呼出氧氣的分壓為 116 mmHg

$$\text{呼出氧氣的莫耳數} = 0.02 \cdot \frac{116}{760} \text{ mole}$$

則經過一次呼吸，

$$\text{存留在體內的氧氣莫耳數} = 0.02 \cdot \frac{149.3}{760} - 0.02 \cdot \frac{116}{760} = 8.8 \cdot 10^{-4} \text{ mole}$$

同理，可以計算經過一次呼吸，二氧化碳進入體內的莫耳數：

$$\text{二氧化碳進入身體的莫耳數} = 0.02 \cdot \frac{0.3}{760} - 0.02 \cdot \frac{32}{760} = -8.3 \times 10^{-4}$$

mole

所得答案呈現負值表示二氧化碳排出體外的量比進入體內的量多

因為每莫耳的氧氣質量為 32 克(g)，每莫耳二氧化碳的質量為 44 克，所以可以計算出經過一次呼吸，身體減少的體重：

$$8.8 \times 10^{-4} \text{ mole} \times 32 \text{ g/mole} - 8.3 \times 10^{-4} \text{ mole} \times 44 \text{ g/mole} = -8.36 \times 10^{-3} \text{ g}$$

也就是經過一次的呼吸，身體可減輕 8.36×10^{-3} 克，也就是 0.00836 克。平常量體重是以公斤為單位，1 公斤等於 1000 克，因此 0.00836 克實在是顯得微不足道，但是人的呼吸是不間斷的，積少成多也可以造就可觀的數量！來算算看一天可以排出多重的氣體：

人的平均呼吸頻率約為每分鐘 12 至 15 次，活動的時候增加，休息或睡覺的時候減少，假設一天中人的平均呼吸頻率是每分鐘 15 次，則可計算每天藉由呼吸減輕的重量：

$$15/\text{min} \times 60 \text{ min/hr} \times 24 \text{ hr/day} \times 8.36 \times 10^{-3} \text{ g} = 181 \text{ g/day}$$

即每天經由呼吸減輕的重量達 181 克！

改變呼吸，改變重量!?

藉由身體自動執行的呼吸，就可以使一天的重量減輕 181 克！這個結果實在是太誘人！如果想要讓體重降得更多，也許可以在這個式子中的可變項動動手腳。哪些是可以改變的呢？

先來了解呼吸的型態，圖二顯示肺部體積在呼吸時的變化，先從時間軸的最前面開始看，先經過三個平常的呼吸，肺部體積的變化就是潮氣量，接著將肺內吸滿空氣，此時肺體積達到最大，吐氣後接著又回復正常的呼吸作用，接著曲線下降至圖中的最低點，表示用盡力氣去吐氣，此時肺內還存有氣體，此時肺內的體積稱為

residual volume，這些氣體可避免肺的塌陷而導致在吸入下一口氣時，肺泡或氣道難以被撐開，想像兩片玻璃之間夾著一層水，則很難把玻璃從中分開，肺內的環境也是如此。最後是幾個深呼吸，也就是吸滿氣，接著又盡力吐出，這是單次呼吸所能造成的最大體積改變，這個體積稱為 vital capacity，大約是四公升左右，足足是平常呼吸作用的八倍！

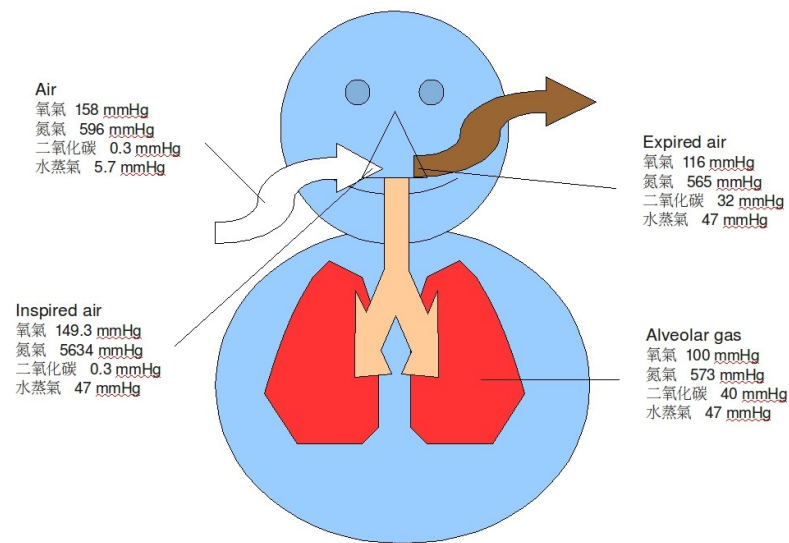
回想呼吸作用是如何產生的？平常不刻意注意，呼吸作用可以不由意志控制，不停呼吸維持身體所需，但是也可以由意志改變，例如深呼吸，加大進出身體內的氣體體積，也可以刻意增加呼吸的頻率，就像是百米衝刺後的大口喘氣，經過改變這兩個可變項，上述計算出來的數值還會更大。『少吃多動』這個鐵律要生鏽了，晚餐後坐在沙發上看電視的時候，做做又快又深的深呼吸，不需要餓肚子或是做令人汗流浹背的運動，這才真的是輕鬆減重！

天底下真的有這麼好的事嗎？It's too good to be true.

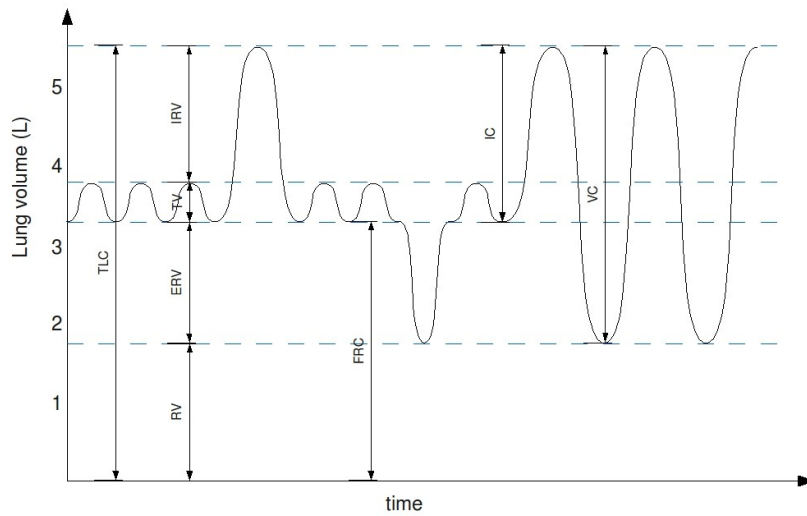
想想什麼時候呼吸頻率和深度會改變？爬樓梯的時候氣喘吁吁、百米衝刺後在終點線大口喘氣，顯而易見的，身體活動的時候人體會自動增加呼吸的頻率和深度，在休息的時候就自動降低。呼吸的頻率和深度在人的腦中有調控的機制，讓身體對氧氣的需求和排出二氧化碳的速度符合當下的身體狀況，然而當人用意志去控制呼吸的時候，雖然可以達到意志上想要的變化，但是體內許多平衡機制就被破壞掉，而造成嚴重的後果，例如刻意大口快速呼吸，體內的二氧化碳會被過度排出體外，因此造成血液酸鹼值升高，有可能造成呼吸性鹼中毒，導致頭暈、感覺異常的症狀，若持續過度換氣，可能造成更嚴重的傷害。所以『多動』讓身體自然加快加深呼吸，就可以達到減重的目的。

『多動』可以改變呼吸的型態，那『少吃』可以換成『不吃』嗎？這樣是否可以更快達到減重目標？當然是可以，但是卻有很大的副作用，因為不吃東西，就沒有原料修補身體，有些原料可以由體內製造，有些必須由食物得到，若沒有原料來源，就無法進行修補作用。本來減重是為了健康，如果因為不吃反而失去健康，就適得其反了。

『少吃多動』還是健康減重的不二法門！



圖一、呼吸作用中，人體內外氣體組成的示意圖。



圖二、各種呼吸型態對應肺體積的名稱。ERV, expiratory reserve volume, 1.1-1.5 L; FRC, functional residual capacity, 2.6-3.4 L; IC, inspiratory capacity, 2.3-3.0 L; IRV, inspiratory reserve volume, 1.9-2.5 L; RV, residual volume, 1.5-1.9 L; TLC, total lung capacity, 4.9-6.4 L; TV, tidal volume, 0.4-0.5 L; VC, vital capacity, 3.4-4.5 L.